平成 23 年度　環境省委託事業

平成 23 年度　新メカニズム実現可能性調査

「モンゴル・地中熱ヒートポンプ等を活用した建築物省エネ推進に関する新メカニズム実現可能性調査」

報　告　書

平成 24 年 3 月

清水建設　株式会社

目　次

序　章 1

0.1. 調査の背景 1

0.1.1 国際交渉・議論の動向 1

0.1.2 ホスト国の新メカニズムに対する考え方 2

0.2. 調査対象事業・活動 2

0.2.1 事業・活動の概要 2

0.2.2 企画立案の背景 3

0.2.3 ホスト国における状況 4

0.2.4 新メカニズムとしての適格性 4

0.2.5 事業・活動の普及 5

0.3. 調査の方法 5

0.3.1 調査実施体制 5

0.3.2 調査課題 5

0.3.3 調査内容（調査方法、調査内容、調査結果の概要） 6

0.4 本事業を二国間オフセット・クレジット制度で実施する意義と利点 8

第1章　モンゴルの概要 9

1.1 モンゴルの国土 9

1.1.1 概況 9

1.1.2 日本との関係 10

1.1.3 気候 12

1.1.4 行政機構 15

1.2 モンゴルのエネルギー事情と政策 18

1.2.1 エネルギー政策 18

1.2.2 一次エネルギー 23

1.2.3 電力 31

1.2.4 熱供給 43

1.3 モンゴルの気候変動政策 48

1.3.1 気候変動政策を担う機関 48

1.3.2 気候変動枠組条約及び京都議定書の批准状況 49

1.3.3 気候変動政策概況 49

1.3.4 GHG排出量 50

1.3.5 CDMの状況 54

1.3.6 NAMA 57

1.3.7 新メカニズム及び二国間オフセット・クレジット制度に対する方針 58

1.4 モンゴルの環境問題の現状と政策 59

1.4.1 環境政策を担う機関 59

1.4.2 環境政策概況 59
1.4.3 ウランバートル市中心市街地における大気汚染の状況と対策 61
1.4.4 モンゴルにおける環境影響評価制度 63
1.5 モンゴルの建築の省エネルギーの現状と政策 64
1.5.1 建築政策を担う機関 64
1.5.2 建築の状況 64
1.5.3 建築の省エネルギー政策 67
1.5.4 建築の省エネルギー基準 67
1.5.5 建築物における省エネルギー法案 68

第2章 プロジェクト計画、モデル設計 69
2.1 プロジェクト対象建築 69
2.2 省エネ手段の検討 69
2.2.1 断熱による省エネの可能性 69
2.2.2 暖房における省エネの可能性 70
2.2.3 冷房における省エネの可能性 70
2.2.4 給湯における省エネの可能性 71
2.2.5 照明における省エネの可能性 71
2.2.6 換気における省エネの可能性 72
2.2.7 調理における省エネの可能性 72
2.2.8 対象技術の選定 72
2.2.9 対象建築物の選定 73
2.2.10 ヒートポンプ方式の選定 73
2.2.11 ヒートポンプ電源の検討 73
2.3 プロジェクト計画 74
2.3.1 オプション1 74
2.3.2 オプション2 75
2.4 パイロットプロジェクト 76
2.4.1 モンゴルにおける地中熱利用ヒートポンプの普及状況 76
2.4.2 パイロットプロジェクトの運転状況 76
2.5 モデルプロジェクト 78
2.5.1 モデルプロジェクト選定理由 81
2.5.2 モデルプロジェクトの概要と計画のフロー 81
2.5.3 熱応答試験 82
2.5.4 熱負荷計算 82
2.5.5 ヒートポンプシミュレーション 83
2.5.6 太陽光発電の計画 84
2.5.7 モデルプロジェクト基本計画のまとめ 85

2.5.8　基本設計図書の作成 85

第3章　排出削減方法論、MRV制度の構築 92
3.1　GHG排出削減効果実証の方法論 92
3.1.1　既存方法論・プロジェクトの整理 92
3.1.2　GHG排出量・削減量の定量化及びモニタリング計画の検討 95
3.1.3　排出削減方法論 100
3.2　GHG排出削減効果の測定・報告・検証（MRV）手法 110
3.2.1　国際的なMRV要件 110
3.2.2　既存MRVガイドライン（J-MRVガイドライン） 123
3.2.3　MRV制度構築にあたっての論点の整理 127
3.3　適格性 138
3.3.1　適格性の判断基準 138
3.3.2　適格性の判断結果 138
3.3.3　ヒートポンプのCOPを適格性判断の項目に含めるか否か 139

第4章　コスト、排出削減量の試算 140
4.1　モデルプロジェクトでの検討 140
4.1.1　建設コスト 140
4.1.2　エネルギー消費量、ランニングコスト 140
4.1.3　排出量 141
4.2　レファレンスシナリオでの検討 141
4.2.1　エネルギー消費量、ランニングコスト 141
4.2.2　排出量 141
4.3　モデルプロジェクトとレファレンスシナリオの比較 142
4.3.1　ランニングコスト 142
4.3.2　排出削減量 142
4.4　モンゴル全体でのポテンシャル 142

第5章　環境影響の検討 143
5.1　環境影響の分析 143
5.1.1　環境面での影響（好影響・悪影響の双方） 143
5.1.2　好影響の担保のための措置 143
5.1.3　悪影響の回避のための措置 143
5.2　その他の間接影響 143
5.2.1　ボイラー運転員、石炭運送者の雇用 143
5.2.2　地下空間利用権、水利権 144

第6章　利害関係者のコメント収集.....145
6.1　利害関係者の範囲.....145
6.2　コメントの収集方法及び時期.....145
6.3　収集されたコメント.....145

第7章　資金計画、実施スキームの検討.....148
7.1　資金計画.....148
7.1.1　資金種類.....148
7.1.2　クレジット購入代金.....148
7.1.3　政府補助金の可能性.....149
7.1.4　ファイナンスの可能性.....149
7.1.4.1　JICA有償資金協力.....149
7.1.4.2　ADB　再生可能・省エネルギー／気候変動対策プログラム.....155
7.2　実施スキーム.....160
7.2.1　実施スキーム案.....160
7.2.2　クレジット価格の設定.....161
7.2.3　クレジット価格によるモンゴル政府負担金額の変化.....161
7.2.4　スキーム案に関するモンゴル側の意見.....163
7.3　資金計画のまとめ.....163

第8章　日本製技術の導入促進策.....165
8.1　採用が可能な日本技術.....165
8.1.1　地中熱利用ヒートポンプ.....165
8.1.2　太陽光発電.....165
8.1.3　地中配管.....165
8.1.4　系統連系盤.....166
8.2　採用が難しいと思われる日本技術.....166
8.3　日本技術の導入促進策.....166
8.4　法的な問題の整理.....166

第9章　コベネフィットの評価.....168
9.1　コベネフィットとは.....168
9.2　コベネフィットのニーズ.....168
9.3　コベネフィットの評価方法.....168
9.4　コベネフィットの定量化.....168

第10章　持続可能な開発への貢献.....170
10.1　モンゴルのSD政策.....170

10.2 プロジェクトによるSD効果.....170

第11章 今後の見込みと課題.....172
11.1 当該事業・活動の実施に向けた今後の見込み（事業稼働開始時期の見込み）.....172
11.2 事業化に当たって今後解決すべき課題、その課題を解決・克服するために
今後取るべき方策.....172
11.2.1 制度の確立.....172
11.2.2 クレジット価格.....172
11.2.3 モンゴル政府の予算.....172
11.2.4 事業の実施者の決定.....172
11.2.5 事業実施場所の選定.....172
11.2.6 電力系統の信頼性向上.....173
11.2.7 モニタリング方法論.....173
11.2.8 ボーリングコスト.....173
11.2.9 地中配管埋設方式.....173

序　章

0.1.　調査の背景

0.1.1　国際交渉・議論の動向

現在、京都議定書の第一約束期間が切れる2013年以降の地球温暖化対策をどのように進めるのか、UNFCCCの枠組みにおいて締約国が鋭意協議を進めているところである。2011年末に開催されたCOP17では京都議定書の延長が決まり、2020年にすべての締約国が参加する新たな法的枠組みをスタートさせることが決まった。

日本は京都議定書の第二約束期間にコミットしないことになったが、引き続き排出削減には努めていくことになる。また、日本は高度な低炭素技術を持っており、世界の排出削減に貢献することが期待されている。

国際的な排出削減の協力の在り方としては、現在は京都メカニズムが主流である。その中でも、途上国での削減活動を行うCDMが最も有力な手段として活発に行われてきた。しかしながら、CDMの問題点として、

- ✓ クレジット発行までの手続きが非常に複雑で時間を要すること。
- ✓ CDMを管轄するCDM理事会の意思決定に透明性がないこと。
- ✓ コストパフォーマンスの良い産業ガス系のプロジェクトが多く、省エネ等の途上国にとって真に必要なプロジェクトが行われにくいこと。
- ✓ CDMプロジェクトが実施される国に偏りがあること。
- ✓ CDMプロジェクトに日本の技術が十分に活用されていないこと。

などが指摘されている。

日本政府は、これらの問題を解決するひとつの手段として「二国間オフセット・クレジット制度（Bilateral Offset Credit Mechanism: BOCM）」を提唱し、締約国に働きかけている。二国間オフセット・クレジット制度とは、国連の場で大枠の規則を定めるものの、細かい規則は投資国である先進国とプロジェクト実施国である途上国の間で決めて運営するメカニズムであり、日本政府は日本技術活用を条件とすることを視野に入れている。

その他、セクタークレジットメカニズム（Sector Credit Mechanism）、セクタートレーディングメカニズム（Sector Trading Mechanism）、NAMAクレジットメカニズム、REDD等の様々なメカニズムが議論の俎上にある。これらは総称して「新メカニズム（New Mechanism）」と呼ぶばれている。締約国は、COP17でこれらのメカニズムの議論を開始することに合意し、2013年以降にこれらのメカニズムを実現させようと鋭意努力しているところである。

新メカニズムを立ち上げる狙いは、投資国と途上国双方が望むクリーン開発を、現在のCDMではできなかったスケールで、より容易に実現することである。今後の議論の進展が期待される。

本調査では、二国間オフセット・クレジット制度に焦点を絞り、調査を行った。

0.1.2　ホスト国の新メカニズムに対する考え方

モンゴルではCDMによって多くの利益を得られなかったという苦い経験がある。その理由について、モンゴル自然環境観光省は、

- ✓ 人材・資金が不足している。すなわち、プロジェクトオーナーやデベロッパーになろうという能力のある人が少ない。
- ✓ 国としての削減ポテンシャルが少ない。あるいはポテンシャルが「まばら」である。すなわち、投資国にとって魅力が少ない。

と分析している。

- ✓ このため、モンゴルでは新メカニズムに対する関心と期待が高い。また、本事業を新メカニズムである二国間オフセット・クレジット制度の適用事業とすることに関して、モンゴル国内に否定的な意見はない。しかし、二国間オフセット・クレジット制度に対しては、モンゴル側は「これからの研究課題」と位置づけ、実現までにいくつかのハードルを乗り越える必要性を認識している状況である。IGESによるキャパビル事業の進展や、政府間交渉の実現・早期進展が望まれる。

0.2.　調査対象事業・活動

0.2.1　事業・活動の概要

ホスト国名

モンゴル国

事業・活動を実施する地域

本事業は、モンゴル全土にある建築物、特に地方都市の中心地に存在する公共建築物群（役所、病院、学校、幼稚園、寄宿舎、郵便局、電話局等）を対象にしている。該当する地方都市は、全国で約330か所、対象となる建築物の総延床面積は130万m^2、地方都市1か所当たりの延床面積は平均約3,950m^2である。尚、地方の住宅はほとんどがゲルと呼ばれる移動式住宅であり、電力、水道、下水道等のインフラもないため、本事業の対象とはしていない。また、地方都市以外の首都等の大都市では、火力発電所からの熱電併給等の地域暖房インフラがあるため、本事業の対象とはしていない。

事業・活動の内容･設備規模

モンゴルの地方都市の公共建築物の省エネを行う。具体的には、地中熱利用ヒートポンプの導入を行う（オプション1）。また、オプション1に加えて、ヒートポンプが消費する電力による排出をオフセットする目的で、太陽光発電の導入も行う（オプション2）。導入の対象は、全国にある公共建築物で、最大で総延床面積130万m^2である。建築物の暖房負荷原単位はおよそ219kWh/m^2年程度であり、最大285GWh/年に相当する規模である。尚、建築物

の省エネ手段に関しては、断熱、照明の省エネ、換気の熱回収、冷房の省エネ、給湯の省エネも考えられるが、以下の理由により本事業の対象にはしていない。

- ✓ **断熱**：省エネポテンシャルはあるが、断熱材の密度が小さく輸送効率が悪いため、日本製品が日本からモンゴルに輸入されて使用される可能性は低い。
- ✓ **照明、換気**：日本ほど要求品質が高くないため、室内照度は低く、換気設備も皆無。このため、省エネポテンシャルが低い。
- ✓ **冷房、給湯**：地方の公共建築物では需要が皆無。このため、省エネポテンシャルがない。

当該事業・活動で採用する技術

本事業では、地中熱利用ヒートポンプと太陽光発電を対象技術にしている。地中熱利用ヒートポンプの技術（ヒートポンプ本体、地中配管等のハード技術、設計技術、施工法等のソフト技術）は、欧米とともに日本が世界的にも進んでいるため、日本技術採用の可能性がある。また、太陽光発電に関してはモンゴルに日本企業のパネル工場があり、価格競争力もあるため、日本企業の技術採用の可能性がある。

想定される事業・活動のカウンターパート及びオーナー

事業の取りまとめ役として期待されるのは再生可能エネルギーセンター(NREC)である。再生可能エネルギーセンターは国営企業であり、これまでに政府資金によって数々の再生可能エネルギー技術の導入を進めてきたため、本事業の取りまとめ役としての組織的な基盤、すなわち人材、技術、資金源を併せ持っている。ただ、再生可能エネルギーセンターは、本事業の取りまとめ役になることに意欲を示しているものの、最終的な決断は下していない。その理由は、クレジットの価値が現段階では予測できないからである。また、個々のプロジェクトのオーナーが公共建築物の所有者である地方政府になるのか、あるいは再生可能エネルギーセンターになるのかは、プロジェクトのオーナーの定義と今後の協議次第である。

当該事業・活動の概要

本事業では、既存の低効率な暖房用石炭ボイラーを高効率の地中熱利用ヒートポンプに置き換えるものであり、石炭ボイラーからの排出を削減することができる。また、太陽光発電を導入してヒートポンプの電源とすれば、さらなる排出削減が可能である。

0.2.2 企画立案の背景

当社では、本業である建築、土木の保有技術で、二国間オフセット・クレジット制度に貢献できる分野がないか検討を進めてきた。そのような状況の中、三井住友銀行より本事業の紹介を受けた。

当社は、本事業の技術分野である建築物の省エネに関してハード、ソフト両面の技術があり、焦点を当てている地中熱利用ヒートポンプ、太陽光発電システムに関しても、多くの設計・施工実績がある。

このようなことから、本調査を企画立案し、調査を進めていくこととなった。

0.2.3　ホスト国における状況

当該事業・活動の属する分野（セクター）における、ホスト国の政策等国内状況に関する情報

モンゴルのエネルギー政策の中心は石炭である。モンゴルは石炭が豊富にあり、発電電力の90%以上が石炭火力由来である。また、暖房においても石炭火力発電所からの熱電併給（地域暖房）か、石炭ボイラーによる暖房が行われている。石炭ボイラーがない場合は、石炭を直接燃やす石炭ストーブが用いられている。従って、石炭の燃焼による大気汚染対策がモンゴルの環境政策の中心である。モンゴルの石炭埋蔵量は可採年数で100年以上あると言われており、今後も石炭中心のエネルギー政策、環境政策が行われ、石炭の使用は今後100年間継続することが確実である。

当該分野（及び当該事業・活動や類似事業・活動）と気候変動との政策面での関連性

このような状況下で、モンゴルの気候変動政策は石炭をいかにクリーンに使用するか、いかに石炭に頼らない、つまり大気汚染を引き起こさないクリーンなエネルギー使用をするかに力点が置かれている。具体的には、石炭を燃焼する設備の高効率化（クリーンコール技術、石炭ガス化、CCSの導入等）、建築物の省エネ化（熱ロスの低減、自動制御機器の導入）、再生可能エネルギーの導入等が優先政策に挙げられている。このようなことから、再生可能エネルギーの一種であるヒートポンプの利用は、モンゴルの気候変動政策に合致するものである。しかし、モンゴルは冬期の気温が低い（最低気温は－40℃程度）。日本で一般的に普及している空気熱源ヒートポンプは、外気温度が－20～－25℃で使用限界になるため、利用不可能である。そこで地中熱利用ヒートポンプの活用に注目が集まっている。モンゴルでは、政府の資金を使用して再生可能エネルギーセンター主導で、地中熱利用ヒートポンプのパイロットプロジェクトを実施中である。これは、モンゴルが国としてこの技術に注目している証である。

0.2.4　新メカニズムとしての適格性

事業の適格性（追加的な削減効果）

モンゴルでは、暖房用のエネルギー源として石炭を使用することが一般的である。石炭は自国で生産されるエネルギー源であり、国民は国際価格よりもかなり安い価格で石炭を購入することができる。従って、モンゴルの国内で石炭ボイラーの使用をやめてヒートポンプを導入するインセンティブは何らない。このことは、CDMの方法論や追加性証明ツールを活用して簡単な経済性の評価をすればすぐに明らかとなる。従って、本事業は追加的な削減効果がある。追加的な削減効果があれば二国間オフセット・クレジット制度の事業として適格であるかどうかは今後のモンゴル政府の検討にゆだねられているが、再生可能エネルギーの活用はモンゴル政府の気候変動政策に明確に位置づけられているため、今後二国間オフセット・クレジット制度として適格であるとの判断がなされる可能性は高く、それに対する反対意見もない。

定量化手法の適格性

排出削減量の定量化は、CDMのモニタリング方法論を参考にしつつ、より簡易な方法を策定した。このモニタリングと定量化の方法論は、多数ある建築物における排出削減量をできるだけ簡易にかつより正確に把握するためのものであり、適格であるかどうかは今後のモンゴル政府の検討にもゆだねられている。モンゴル政府はこの定量化手法に関して「工学的知識がないので定量化手法の正当性は良く分からないが、正しい式に基づいているのなら、具体的であり、わかりやすい」と述べている。

0.2.5 事業・活動の普及

本事業を普及・成功させるためには、事業のスキームを確立させ、そのスキームが地方の公共建築物のオーナーにとって魅力的なものにする必要がある。すなわち、地方の公共建築物のオーナーが進んでこのスキームに乗り、ヒートポンプの導入を進めていけるよう魅力的なインセンティブとなる補助金制度を構築する必要がある。このスキームの具体的な内容は、第7章に示した。

0.3. 調査の方法

0.3.1 調査実施体制

本調査において、当社以外に調査に参加・協力した機関（外注先）と、その役割を以下に記す。

- ✓ **再生可能エネルギーセンター**：モンゴル政府が保有する国営企業。政府主導による再生可能エネルギー導入事業に多数関与。本調査のモンゴル側のカウンターパートであり、本事業のホスト役候補。外注先として現地情報収集等を行った。
- ✓ **三井住友銀行**：メガバンク。排出権市場に精通し、再生可能エネルギーセンターと太いパイプを持ち、本事業を発掘し、本事業を清水建設に紹介し、本事業に対するファイナンスにも一定の関心を示している唯一の金融機関。外注先として資金スキームの検討等を行った。
- ✓ **大成基礎設計**：地質調査会社。外注先としてモデルプロジェクトサイトにおいて熱応答試験を実施し、その結果を解析した。
- ✓ **ポリテックADD**：環境コンサルタント。外注先として方法論、MRV制度の検討補助を行った。
- ✓ **日本工業検査**：外注先としてモデルプロジェクトの熱負荷計算を行った。
- ✓ **アックス**：外注先としてモデルプロジェクトの基本設計図書作成を行った。

0.3.2 調査課題

本調査の課題を以下に記す。

- ✓ モンゴルのエネルギー、環境、気候変動政策

- ✓ モンゴルの大気汚染状況、対策
- ✓ モンゴルの建築物の省エネ政策
- ✓ モンゴルの暖房用石炭焚き温水ボイラーの運転効率
- ✓ モンゴルの石炭の排出係数
- ✓ モンゴルの電力系統の排出係数
- ✓ モンゴルの土壌の熱応答特性
- ✓ モンゴルの気象条件（気温、日射量等）
- ✓ モンゴルのエネルギー価格（電力、石炭等）
- ✓ モデルプロジェクトの仕様
- ✓ モデルプロジェクトの建設コスト
- ✓ モンゴルの金融環境
- ✓ 二国間オフセット・クレジット制度（仕組み、方法論、MRV等）
- ✓ カウンターパートである再生可能エネルギーの組織的能力

0.3.3 調査内容（調査方法、調査内容、調査結果の概要）

- ✓ **モンゴルのエネルギー、環境、気候変動政策**：鉱物資源エネルギー省、エネルギーオーソリティー、自然環境観光省からヒアリングすることで調査した。モンゴルの政策は石炭が中心であるが、再生可能エネルギーの導入にも積極的である。
- ✓ **モンゴルの大気汚染状況、対策**：鉱物資源エネルギー省、エネルギーオーソリティー、自然環境観光省からヒアリングすることで調査した。モンゴルでは冬期の石炭燃焼による暖房が原因で、都市の大気汚染が深刻である。モンゴルは石炭のクリーン化でこの問題を乗り切ろうとしているが、コスト等課題も多い。また、温室効果ガス排出削減と同時に大気汚染も防止した場合のコベネフィット効果の定量化に必要な情報を、文献から収集した。
- ✓ **モンゴルの建築物の省エネ政策**：UNDP等関係機関からヒアリングすることで調査した。モンゴルでは建築基準法で建築物の省エネ基準（断熱基準）を定める等、建築物の省エネ政策を進めている。但し、この規制は2010年以降の新築建築物にしか適用されていない。
- ✓ **モンゴルの暖房用石炭焚き温水ボイラーの運転効率**：鉱物資源エネルギー省、エネルギーオーソリティー、UNDP等関係機関からヒアリングすることで調査した。一般的に効率は非常に低く、わずかに40%、良くて45%である。
- ✓ **モンゴルの石炭の排出係数**：自然環境観光省からヒアリングすることで調査した。モンゴルでは、炭鉱別の排出係数は存在するが、国として独自の排出係数を定めておらず、IPCCのデフォルト値（0.0258tonC/GJ）を使用している。
- ✓ **モンゴルの電力系統の排出係数**：自然環境観光省からヒアリングすることで調査した。モンゴルには複数の電力系統が存在するが、国土の70%、人口の80%をカバーする最も規模の大きい中央グリッドの場合、自然環境観光省の公表値で、その排出係数は

1.15tonCO_2/MWhである。他の電力グリッドの排出係数は公表されていないが、地方では水力発電や、国外からの電力の輸入が行われているので、中央グリッドの排出係数よりも小さい値になると予想される。例えば、登録済水力発電の小規模CDMプロジェクトでは0.8ton CO_2/MWhが使用されている。

✓ **モンゴルの土壌の熱応答特性**：地中熱利用ヒートポンプの導入コストを試算するため、モンゴル国内の一地点で土壌の熱応答試験を実施した。その結果、土壌の熱伝導率は2.403W/mKであった。

✓ **モンゴルの気象条件（気温、日射量等）**：WEB等からの情報で、外気温度（℃）、日射量（kWh/m^2day）等のプロジェクトの計画に必要な情報を収集した。

✓ **モンゴルのエネルギー価格（電力、石炭等）**：文献等から必要な情報を収集した。電力価格は契約の種類にもよるが71～100US$/MWh、石炭価格は質や場所にもよるが20,000～30,000Tg/トンである。

✓ **モデルプロジェクトの仕様**：本事業では、対象となる建築物が多数あるため、そのすべてを検討対象にすることは現実的ではない。そこで、モデルとなるプロジェクトを再生可能エネルギーセンターと協議して決定した。モデルプロジェクト（所在地：セルゲレン村、延床面積：657m^2、階数：2、用途：役所、構造：鉄筋コンクリート造と組石造の併用）の建築図面を入手し、熱負荷計算（シミュレーションソフト「LOAD2000」の実行）を行い、熱応答試験結果を基に、ヒートポンプのシミュレーションを行って（シミュレーションソフト「グランドクラブ」の実行)、ヒートポンプシステムの仕様を決定した。また、ヒートポンプを駆動させる電力をまかなうための太陽光発電システムの仕様を、日射量を基に決定した。以上から基本設計図書を完成させた。モデルプロジェクトの熱負荷はピークで48.4kW、年間熱負荷は143,807kWh（219kWh/m^2）で、ヒートポンプの年間COPは2.60、年間消費電力量は56,840kWhで、日射量は4.95kWh/m^2dayを使用して、太陽光発電システムの容量は51kWとなった。

✓ **モデルプロジェクトの建設コスト**：モデルプロジェクトの基本設計図から、再生可能エネルギーセンター、複数の日本メーカーらと協力して、工事費の積算を行い、積算結果を基に事業性の検討を進めた。工事費はオプション1が45.6万US$、オプション2が98.2万US$となった。

✓ **モンゴルの金融環境**：モンゴルの民間、政府系、国際金融機関からヒアリングすることで調査した。金利、貸し付け条件等を調査した結果、本事業に適した可能性のあるファイナンス・スキームとして、①JICA有償円借款、②ADBの有償借款及び地球温暖化対策資金、③JBICバイヤーズ・クレジットがある。これらの場合、モンゴル政府が借入人もしくは保証人になることが想定される。併せて、本事業の実施スキームを検討した。

✓ **二国間オフセット・クレジット制度（仕組み、方法論、MRV等）**：既存の方法論、制度等を調査し、二国間オフセット・クレジット制度に適した原案を検討・作成した。この

原案をモンゴル側（再生可能エネルギーセンターと自然環境観光省）に提示し、意見を徴収した。

- ✓ **カウンターパートである再生可能エネルギーの組織的能力**：再生可能エネルギーセンターからヒアリングすることで調査した。再生可能エネルギーセンターは国家予算を得て多数の再生可能エネルギー導入プロジェクトを遂行しており、太陽光発電パネル工場も保有し、建設業も行っている。また、地中熱利用ヒートポンプを導入する国のパイロットプロジェクトの中心的存在である。このため、組織的な能力はかなり高く、政府からも信頼されており、本事業で中核となる役割を演じることができると期待される。

0.4 本事業を二国間オフセット・クレジット制度で実施する意義と利点

本事業を二国間オフセット・クレジット制度で実施する意義と利点について以下に列挙する。

- ✓ 本事業は多数の建築物で実施することになるため、プロジェクトベースのCDMでは手間と時間がかかりすぎるため、実施が困難である。また、対案としてプログラムCDMを適用する方法も考えられるが、やはり時間がかかることは否めない。二国間オフセット・クレジット制度を利用することにより、これらの手間と時間を大幅に減らすことができると期待される。
- ✓ 二国間オフセット・クレジット制度を利用することにより、日本製品の採用と普及が進むと期待される。
- ✓ 本事業に適用可能なCDMの方法論がないわけではないが、二国間オフセット・クレジット制度を利用することにより、より簡単な方法論を適用できるようになることが期待される。具体的には、レファレンスシナリオの標準化や、ポジティブリストの整備、簡略化されたモニタリング計画の採用等が挙げられる。

第1章　モンゴルの概要

1.1　モンゴルの国土

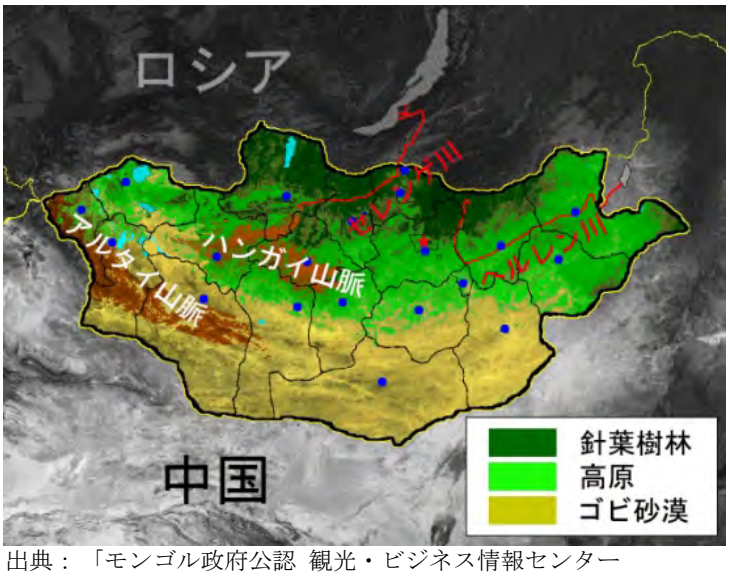
1.1.1　概況

ア．地理

モンゴルは中央アジアの東部に位置し、国土の総面積は156万4,900km²、東西に2,392km、南北に1,259kmと、日本の国土の4倍の大きさがある。

中央部から東部にかけて草原が多く、南部や西部は砂漠地帯、北部は森林地帯になっている。国内の最高峰はフイテン峰で海抜4,734m、最低地はフフ湖で海抜560m、首都ウランバートルは海抜1,300mである。

国土の8%が森林に覆われる。河川は約5,300あり、その全体の長さは67,000km、その中で最も長い河川はオルホン川（1,124km）やヘルレン川（1,264km）である。湖沼は大小合わせ約3,600あり、大きな湖はウプス湖（3,350km²）やフプスグル湖（2,620km²）である。



出典：「モンゴル政府公認 観光・ビジネス情報センター Web サイト」（http://www.mongoljoho.com/mongolia.html）

図1.1.1-1　モンゴルの地理の概況

イ．人口、産業等

モンゴルの人口は278万人で、その4割にあたる115万人が首都ウランバートルに集中している。

主要産業は、鉱業、牧畜業、流通業、軽工業である。1990年の民主化以降、日本を始めとする各国や国際機関の指導、助言及び支援により市場経済化に向けた構造改革を推進し、1994年に初めて経済がプラス成長に転じた（前年比2.3%増）。その後も順調に経済が発展してきたが、2008年、世界的な金融・経済危機の影響を受け、2009年にはマイナス成長と

なるも、豊富な鉱物資源(金・銅・石炭・レアメタル・ウラン等)の本格的な開発の開始や、輸出産品の国際相場の上昇に伴い、経済は順調に回復している。

表1.1.1-1　モンゴルの人口・産業等の概況

項　目	内　容
1. 面積	156 万 4,900 平方キロメートル（日本の約 4 倍）
2. 人口	278 万 800 人（2010 年、モンゴル国家統計委員会（以下「NSC」））
3. 首都	ウランバートル（人口 115 万 1,500 人）（2010 年、NSC）
4. 主要産業	鉱業、牧畜業、流通業、軽工業
5. 一人当たり GDP	2,207 米ドル（2010 年速報値、世界銀行）
6. 経済成長率	6.1%（2010 年速報値、世界銀行）
7. インフレ率	10.1%（2010 年、NSC）
8. 失業率	約 3.7%（2010 年、NSC）
9. 主要貿易品目	（1）輸出 鉱物資源（石炭、銅精鉱、蛍石）、原油、牧畜産品（カシミア、皮革）、（2）輸入 石油製品、自動車、機械設備類、日用雑貨、医薬品
10. 通貨	トグログ（Tg）

出典：「外務省　各国・地域情勢　モンゴル」（http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/mongolia/index.html）

1.1.2　日本との関係

ア．外交

1990年にモンゴルが民主化・市場経済化への移行を始めてから現在に至るまで、日本はモンゴルの最大援助供与国であり、二国間関係は幅広い分野で着実に発展している。2004年11月に在モンゴル日本国大使館が実施した世論調査では、「日本に親しみを感じる」と答えた回答が7割を超えた他、「最も親しくすべき国」として第1位になるなど、現在のモンゴルはきわめて良好な対日感情を有する国となっている。両国は、2010年11月のエルベグドルジ大統領の訪日時に「戦略的パートナーシップ」の構築を二国間の共通目標とすることで合意し、地域的・国際的な協力を含め、さまざまな取り組みを強化している。

表1.1.2-1　主な二国間関係

年	事　項
1972 年	外交関係樹立（2 月 24 日）
1974 年	文化交流取極
1977 年	経済協力協定（カシミア工場建設）
1990 年	貿易協定（3 月 1 日）
1991 年	青年海外協力隊派遣取極（3 月 26 日）
1993 年	航空協定（11 月 25 日署名）
1998 年	バガバンディ大統領訪日（5 月）「友好と協力のための共同声明」
2001 年	投資保護協定（2 月 15 日署名）
2003 年	バガバンディ大統領訪日（12 月）「共同声明」 技術協力協定（12 月 4 日著名）
2006 年	「日本におけるモンゴル年」 エンフボルド首相訪日（3 月）「共同新聞発表」
2007 年	「モンゴルにおける日本年」 エンフバヤル大統領訪日（2 月）「共同声明」及び「今後 10 年間の日本・モンゴル基本行動計画」
2009 年	バヤル首相訪日（7 月）「共同新聞発表」
2010 年	エルベグドルジ大統領の訪日（11 月） 「"戦略的パートナーシップ"構築に向けた日本・モンゴル共同声明」

出典：「外務省　各国・地域情勢　モンゴル」（http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/mongolia/index.html）

イ．経済関係

「外務省　各国・地域情勢」（http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/mongolia/index.html）によれば、日本国財務省の貿易統計において、2010年の二国間の貿易額は159.80億円で、収支は日本側が119.61億円の黒字となっている。

表1.1.2-2　2010年の貿易関係

輸出入	貿易額	主要品目
モンゴル→日本	20.09 億円	鉱物資源（石炭、蛍石）、繊維製品、一般機械
日本→モンゴル	139.71 億円	自動車、一般機械、建設・鉱山用機械

出典：「外務省　各国・地域情勢　モンゴル」（http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/mongolia/index.html）

モンゴル外国投資庁（以下「FIFTA」）によると、日本からの直接投資は、2010年末現在累計138.6百万ドル、日本企業の支店等開設数は、支店0社、駐在出張所25社（2011年6月、FIFTA）、現地法人化した企業等数は、100%資本119社、合弁254社（2011年6月、FIFTA）となっている。

ウ．経済協力

モンゴルに対する主要援助国・機関は、日本、米国、ドイツ、世銀、IMF、ADB等である。

日本は、世銀との共同議長の下、1991年9月の第1回から、1997年10月の第6回までモンゴル支援国会合を東京にて開催した他、国際舞台においても積極的に対モンゴル支援のイニシアティブを発揮している。

日本は、2004年11月末に「モンゴル国別援助計画」を策定し、「1）市場経済を担う制度整備・人材育成に対する支援」、「2）地方開発支援」、「3）環境保全のための支援」、「4）インフラ整備支援」の4重点分野を特定し、現地のニーズに適したより効率的な支援を目指すこととした。

2007年度には新空港建設のために約288億円の円借款が供与された。

2009年3月、日本政府はモンゴルの財政危機に対する支援として5,000万米ドルの円借款供与を表明、同年6月に「社会セクター支援プログラム」（約29億円）を実施、2010年11月には「中小企業育成・環境保全ツーステップローン事業計画（第2フェーズ）」（50億円）に係る交換公文の署名が行われた。

日本のモンゴルへの援助実績は、2010年度までの暫定値で、無償資金協力942.26億円、有償資金協力758.08億円、技術協力実績329.04億円となっている。

1.1.3　気候

ア．気候帯

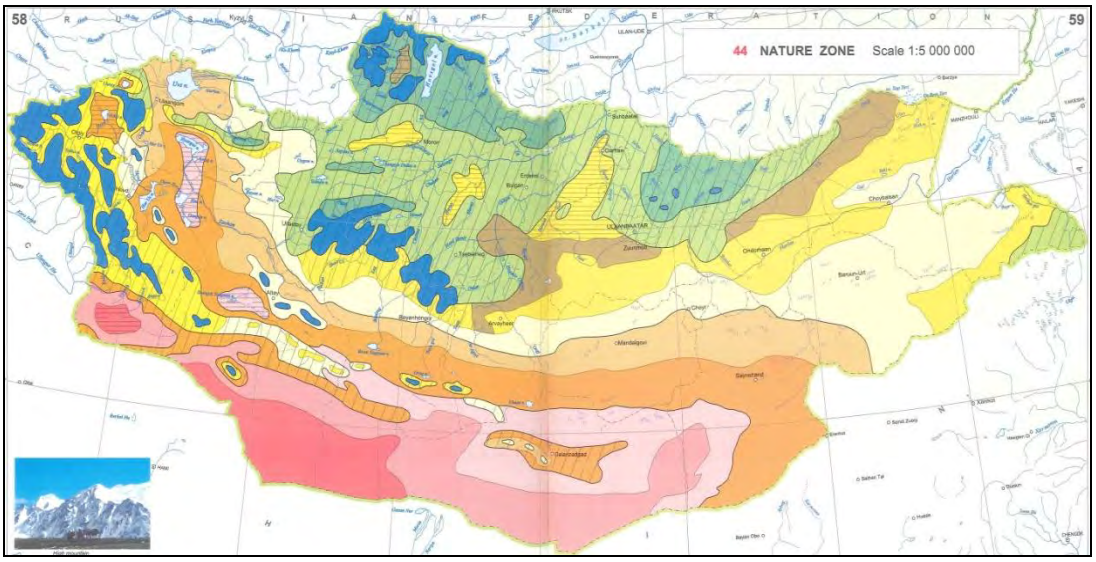
モンゴルの気候は、以下の6区分に分けられる。

表1.1.3-1　モンゴルの気候区分と代表的な都市

気候区分	代表的な都市/アイマグセンター（アイマグ）
高山	なし
山岳タイガ	なし
森林ステップ	ウランバートル、スフバートル（セレンゲ）、エルデネト（オルホン）、ボルガン（ボルガン）、ツェツェルレグ（アルハンガイ）、オリアスタイ（ザブハン）
ステップ	チョイバルサン（ドルノド）、バロオン・オルト（スフバータル）、ウンドゥルハン（ヘンティ）、ズーモット（トゥブ）、アルバイヘール（ウブルハンガイ）、アルタイ（ゴビ・アルタイ）、ホブド（ホブド）、ウルギー（バヤン・ウルギー）
ゴビ	ダランザドガド（ウムヌゴビ）、サインシャンド（ドルノゴビ）、マンダルゴビ（ドンドゴビ）、ウランゴム（オブス）
砂漠	なし

注：　気候帯の境界に位置する以下のアイマグセンターは表に含めていない。ダルハン、ムルン、チョイル、バヤンホンゴル。

出典：「Geographic Atlas of Mongolia」（2004 年、Administration of Land Affairs, Geodesy and Cartography）



凡　例

高山帯	:						
山岳タイガ帯	:						
森林ステップ帯	:						
ステップ帯	:		ミドウステップ		ステップ		ドライステップ
ゴビ帯	:		砂漠ステップ		半砂漠		
砂漠帯	:		スナップド砂漠		砂漠		極乾砂漠

出典：「Geographic Atlas of Mongolia」（2004 年、Administration of Land Affairs, Geodesy and Cartography）

図1.1.3-1　モンゴルの気候区分

イ．気温

モンゴルの気候は内陸型の乾燥した気候で、夏は30℃近くになる日もある一方、真冬はマイナス40℃を下回ることもある。モンゴルの夏は短く、1年の約半分は氷点下になり、ウランバートルでも8月末には雪が降ることがある。

各気候帯の主要都市の気象データは、以下の表の通りである。

表1.1.3-2　モンゴルの気候区分ごとの代表的都市の気象

森林ステップ気候												
ウランバートル	北緯 47 93 N, 東経 106 98 E, 海抜 1316 m。8 年間の平均値。											
種別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
平均気温℃	−22	−16	−7	2	10	15	18	16	8	0	−11	−19
最高気温月平均℃	−16	−8	−1	9	16	22	24	22	16	6	−5	−14
最低気温月平均℃	−27	−22	−14	−5	1	8	11	9	1	−7	−17	−25
平均降雨日数	0	0	0	1	4	7	8	8	4	1	0	0
平均降雪日数	4	2	3	3	1	0	0	0	0	3	4	3

ステップ気候												
チョイバルサン	北緯 48 6 N, 東経 114 50 E, 海抜 756 m。8 年間の平均値。											
種別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
平均気温℃	−5	6	19	40	54	65	70	65	52	35	15	1
最高気温月平均℃	4	18	31	53	67	76	81	76	65	47	27	11
最低気温月平均℃	−14	−5	6	25	39	52	59	54	39	23	5	−7
平均降雨日数	0	0	0	0	4	6	8	7	4	2	0	0
平均降雪日数	3	1	3	1	0	0	0	0	0	2	2	2
アルタイ	北緯 46 40 N, 東経 96 25 E, 海抜 2147 m。8 年間の平均値。											
種別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
平均気温℃	−17	−13	−8	0	7	13	15	13	6	−1	−9	−14
最高気温月平均℃	−11	−6	−1	6	13	18	21	18	13	4	−3	−8
最低気温月平均℃	−25	−21	−16	−6	0	5	8	6	0	−8	−16	−21
平均降雨日数	0	0	0	0	2	4	6	4	1	0	0	0
平均降雪日数	1	1	2	3	1	0	0	0	1	2	2	1

ゴビ気候												
ダランザドガド	北緯 43 58 N, 東経 104 41 E, 海抜 1470 m。8 年間の平均値。											
種別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
平均気温℃	−14	−8	−1	7	14	20	22	20	14	5	−3	−10
最高気温月平均℃	−7	−2	4	13	20	26	28	25	20	11	2	−3
最低気温月平均℃	−19	−15	−9	0	6	12	16	13	7	−1	−10	−16
平均降雨日数	0	0	0	0	1	3	5	5	1	0	0	0
平均降雪日数	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	2	0

出典：「Climate-zone.com　WEB サイト」（http://www.climate-zone.com/climate/mongolia/）

ウ. 日照（日射量）

各気候帯の代表的な日照データ（日射量）は、以下の表の通りである。

表1.1.3-3　モンゴルの気候区分と日照量

森林ステップ気候													
ウランバートル	北緯 47 93 N, 東経 106 98 E, 海抜 1316 m。単位：kWh/m^2/day												
種別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均
水平面	1.76	2.83	4.20	5.53	6.40	6.42	5.82	5.18	4.35	2.98	1.95	1.45	4.08
傾斜角 32 度の場合	2.85	4.13	5.27	6.14	6.38	6.12	5.64	5.47	5.21	4.11	3.07	2.43	4.74
傾斜角 47 度の場合	3.15	4.41	5.38	5.95	5.92	5.57	5.19	5.20	5.21	4.32	3.37	2.71	4.70
傾斜角 62 度の場合	3.28	4.47	5.21	5.47	5.19	4.78	4.51	4.68	4.95	4.31	3.48	2.84	4.43
傾斜角 90 度の場合	3.03	3.93	4.21	3.96	3.46	3.11	3.00	3.27	3.84	3.69	3.20	2.67	3.44
最適角傾斜の場合	3.28	4.48	5.38	6.15	6.55	6.48	5.90	5.51	5.24	4.35	3.49	2.85	4.97

ステップ気候													
チョイバルサン	北緯 48 6 N, 東経 114 50 E, 海抜 756 m。単位：kWh/m^2/day												
種別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均
水平面	1.69	2.76	4.2	5.37	6.32	6.27	5.72	5.05	4.13	2.83	1.91	1.39	3.98
傾斜角 33 度の場合	2.81	4.08	5.33	5.99	6.3	5.97	5.54	5.34	4.96	3.94	3.09	2.42	4.65
傾斜角 48 度の場合	3.1	4.36	5.43	5.79	5.84	5.42	5.09	5.06	4.96	4.14	3.39	2.69	4.6
傾斜角 63 度の場合	3.22	4.41	5.25	5.31	5.11	4.65	4.41	4.55	4.7	4.12	3.5	2.82	4.34
傾斜角 90 度の場合	2.99	3.9	4.28	3.9	3.46	3.1	2.99	3.23	3.68	3.55	3.23	2.66	3.41
最適角傾斜の場合	3.22	4.42	5.43	5.99	6.48	6.33	5.81	5.38	4.99	4.16	3.5	2.83	4.88
アルタイ	北緯 46 40 N, 東経 96 25 E, 海抜 2147 m。単位：kWh/m^2/day												
種別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均
水平面	2	3.05	4.37	5.64	6.49	6.63	6.13	5.5	4.64	3.25	2.11	1.54	4.28
傾斜角 31 度の場合	3.23	4.37	5.42	6.21	6.53	6.3	5.93	5.79	5.51	4.44	3.26	2.5	4.96
傾斜角 46 度の場合	3.58	4.68	5.53	6.01	6.05	5.73	5.45	5.5	5.51	4.68	3.57	2.77	4.92
傾斜角 61 度の場合	3.74	4.73	5.35	5.51	5.29	4.91	4.72	4.95	5.24	4.67	3.69	2.9	4.64
傾斜角 90 度の場合	3.46	4.13	4.27	3.91	3.41	3.09	3.04	3.37	4	3.96	3.36	2.7	3.55
最適角傾斜の場合	3.74	4.74	5.53	6.21	6.68	6.67	6.2	5.83	5.55	4.71	3.69	2.91	5.21

ゴビ気候													
ダランザドガド	北緯 43 58 N, 東経 104 41 E, 海抜 1470 m。単位：kWh/m^2/day												
種別	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均
水平面	2.4	3.43	4.73	5.98	6.56	6.6	6.06	5.37	4.76	3.74	2.5	1.98	4.52
傾斜角 28 度の場合	4.54	5.35	6.14	6.61	6.58	6.29	5.88	5.62	5.72	5.46	4.35	3.86	5.53
傾斜角 43 度の場合	5.31	5.95	6.42	6.44	6.11	5.72	5.4	5.35	5.8	5.95	4.99	4.55	5.66
傾斜角 58 度の場合	5.75	6.18	6.32	5.93	5.33	4.89	4.68	4.82	5.55	6.09	5.33	4.96	5.48
傾斜角 90 度の場合	5.49	5.43	4.93	3.95	3.16	2.83	2.8	3.09	4.08	5.19	4.96	4.79	4.22

出典：「NASA Surface meteorology and Solar Energy　WEB サイト」
（http://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?uid=3030）

1.1.4　行政機構

ア．中央政府の構成

モンゴルの中央政府機関は、下表のような構成になっている。

このうち、気候変動政策を主に所管するのは自然環境観光省、エネルギー政策を主に所管するのは鉱物資源エネルギー省、建築物に関する基準等を所管するのは道路運輸建設都市計画省である。

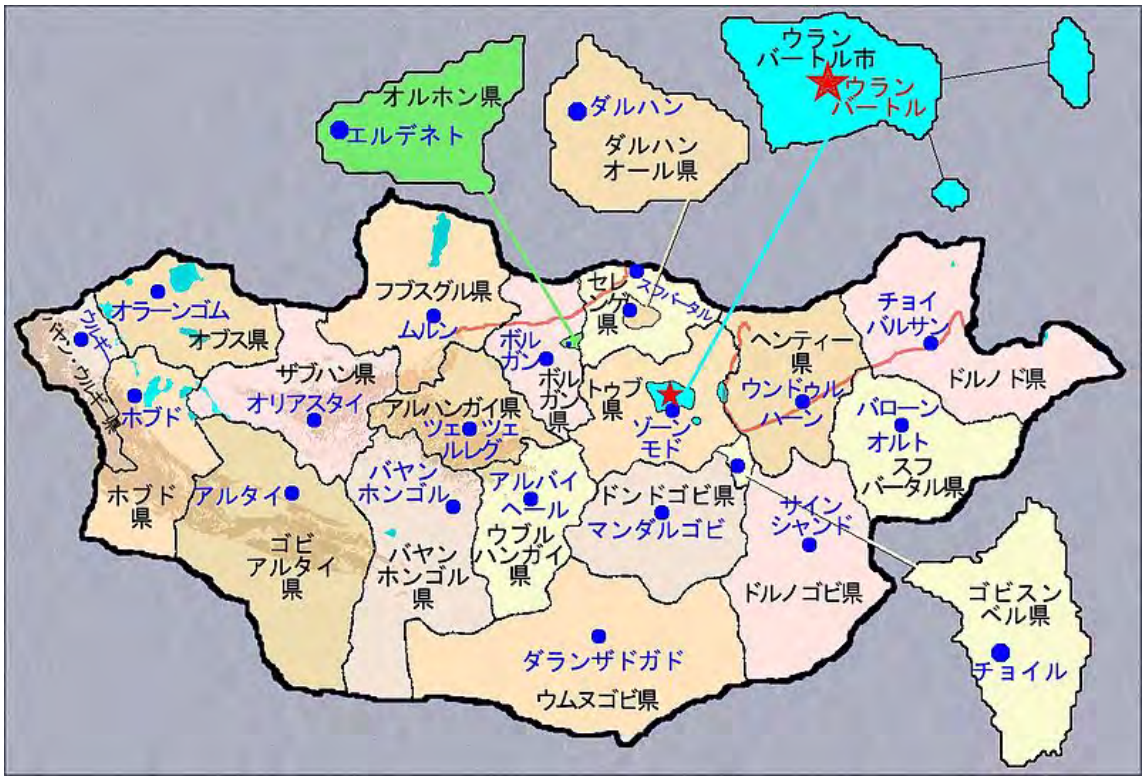
表1.1.4-1　モンゴル中央政府機関

中央政府機関		傘下の気候変動・エネルギー関連機関
首相	Prime Minister of Mongolia	－
第一副首相	First Deputy Premier of Mongolia	－
副首相	Deputy Premier of Mongolia	－
内閣官房長官	Cabinet Secretariat of Government of Mongolia	－
外交貿易省	Ministry of Foreign Affairs and Trade	－
大蔵省	Ministry of Finance	－
法務内務省	Ministry of Justice and Home Affairs	－
自然環境観光省	Ministry of Nature, Environment and Tourism	National Air Quality Office, 国家 CDM 事務局（プロジェクト承認・登録）
		National Climate Committee, Climate Change Coordination Office
国防省	Ministry of Defence	－
教育文化科学省	Ministry of Education, Culture and Science	－
道路運輸建設都市計画省	Ministry of Roads, Transportation, Construction and Urban Development	－
社会福祉労働省	Ministry of Social Welfare and Labour	－
食糧農牧業軽工業省	Ministry of Food, Agriculture and Light Industry	－
鉱物資源エネルギー省	Ministry of Mineral Resources and Energy	Energy Policy Bureau（政策立案。大臣直属）
		Energy Authority（施設建設・維持管理指導・モニタリング）
		Energy Regulatory Authority（事業免許発行・価格設定。国及び地方それぞれに存在）
		Renewable Energy Center（国営企業。再生エネ普及）
保健省	Ministry of Health	－

出典：「モンゴル政府　Web サイト」（http://www.pmis.gov.mn/pmis_eng/index.php）情報を加工

イ． 地方行政組織

日本の県にあたるアイマグ（aimag）が21設置されており、県には郡にあたるソム（soum）があり、全国に329のソムがある。各ソムの人口は3,000人ほどで、ソムの下部区分であるバグは50～100家族ほどで構成されている。



出典：図は「Wikipedia モンゴル」（http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%A2%E3%83%B3%E3%82%B4%E3%83%AB%E5%9B%BD）を転載、内容については「Geographic Atlas of Mongolia」（2004 年、Administration of Land Affairs, Geodesy and Cartography）にて確認済）

図1.1.4-1　アイマグの区分とアイマグセンターの名称

表1.1.4-2　主なアイマグ別のソム数・人口等の情報

	ソム数	面積 千km^2	人口密度 人/km^2	人口推移（千人）			
				2007	2008	2009	2010
全国合計	－	1,564.9	1.75	2,635.2	2,683.5	2,735.8	2,780.8
アイマグ合計	329	1,560.2	1.02				
西部地域小計	91	415.7	0.90	411.1	409.1	407.9	402.7
バヤン・ウルギーBayan-Olgii	13	45.8	1.95	100.8	101.3	101.9	100.8
ゴビ・アルタイ Govi-Altai	18	141.6	0.39	60.2	59.8	59.4	58.4
ザブハン Zavkhan	24	82.6	0.87	81.1	79.8	79.3	76.9
オブス Uvs	19	69.6	1.07	80.4	79.8	78.8	78.2
ホブド Khovd	17	76.1	1.08	88.6	88.4	88.5	88.4
ハンガイ地域小計	99	384.3	1.44	555.7	560.6	564.9	567.1
アルハンガイ Arkhangai	19	55.3	1.64	92.8	92.5	92.5	91.6
バヤンホンゴル Bayankhongor	20	115.6	0.70	84.2	85.2	85.4	85.1
ブルガン Bulgan	16	48.7	1.20	60.5	61.4	62.3	62.6
オルホン Orkhon	2	0.8	110.88	80.1	81.9	83.1	85.8
ウブルハンガイ Ovorkhangai	19	62.9	1.78	115.7	116.6	117.5	117.4
フブスグル Khovsgol	23	101.0	1.23	122.4	123.0	124.1	124.6
中部地域小計	95	473.6	0.96	437.9	442.6	450.6	459.1
ゴビスンベル Govisumber	3	5.5	2.64	12.6	12.9	13.3	13.8
ダルハン・オール Darkhan-Uul	4	3.3	28.80	87.6	88.2	90.0	91.7
ドルノゴビ Dornogovi	14	109.4	0.55	55.6	57.2	58.3	59.5
ドンドゴビ Dundgovi	15	74.7	0.61	48.8	48.2	47.7	46.3
オムノゴビ Omnogovi	15	165.2	0.32	46.9	47.7	49.3	51.0
セレンゲ Selenge	17	41.5	2.45	100.5	101.6	103.5	106.6
トゥブ Tov	27	74.0	1.19	85.9	86.8	88.5	90.2
東部地域小計	44	286.6	0.69	199.3	199.5	200.1	200.4
ドルノド Dornod	14	123.6	0.60	72.9	73.6	73.6	73.6
スフバートル Sukhbaatar	13	82.3	0.67	55.1	54.9	55.0	55.0
ヘンティ Khentii	17	80.7	0.87	71.3	71.0	71.5	71.8
ウランバートル Ulaanbaatar	9	4.7	246.78	1,031.2	1,071.7	1,112.3	1,151.5

出典：「Mongolian Statistical Yearbook 2010」（2011 年、National Statistical Office of Mongolia）

1.2　モンゴルのエネルギー事情と政策

1.2.1　エネルギー政策

ア．エネルギー政策を担う機関

2004年の第4回総選挙以降、バヤル首相による省庁再編が行われ、産業通商省を解体し、同省の鉱物資源部局を燃料エネルギー省へ移管した。その後、燃料エネルギー省は「鉱物資源エネルギー省」と改称した。

また、以前の都市計画建設省、道路運輸観光省及び自然環境省の3省を「道路運輸建設都市計画省」及び「自然環境観光省」の2省に再編した。

イ．エネルギー政策概況

モンゴル国内のエネルギーは、自国に豊富に産する石炭に大きく依存しており、今後も重要な輸出品目として石炭鉱山開発が進められる計画である。

一方で、都市における大気汚染対策や、GHG排出削減及びエネルギー源の多様化による価格安定、人口密度が低い国土における効率的な電力供給を目的として、水力発電、天然ガス利用、風力・太陽光発電の利用も近年進められるようになった。

地熱利用については、温泉湧出地における地熱の直接利用の他、地方都市における暖房用の熱源としてヒートポンプのパイロットプロジェクトが実施されている。

ウ．再生可能エネルギープログラムと再生可能エネルギー法

モンゴルはこれまでエネルギー源として石炭に大きく依存してきた。石炭は全国に分布しているものの、分布状況は均等ではないため、鉱山から遠いエリアでは石炭価格が高くならざるを得ない。大都市では、冬季の暖房により、深刻な大気汚染が発生している。また、国土にまばらに人口が分布しており、系統送電は効率的とは言えない。

こうした背景を踏まえて、2005年に策定された「国家再生可能エネルギープログラム2005～2020」では、再生可能エネルギーについて、地方電化および地方電源の安定化への利用、首都ウランバートルにおける大気汚染の要因の1つである石炭火力発電の代替としての利用が期待されている。

同プログラムでは、総発電量に対する再生可能エネルギーの割合を2005年の0.9%から、2010年には3～5%、2020年までに20～25%まで引き上げる計画である。更には、再生可能エネルギーの活用を通じて、省エネルギー活動の促進を期待している。

表1.2.1-1　国家再生可能エネルギープログラム2005-2020の概要

項　目	内　容
1. 背景	・ 再生可能エネルギーの利用により、より環境負荷の低い電力供給の実現、系統への接続が困難な地方部の国民への電力供給の改善を目指す。 ・ 同様の目標は、以下に挙げるような政府方針文書においても重点政策として挙げられている：国家政府行動計画、ミレニアム開発計画、21 世紀に向けた持続的開発計画、地方部開発方針、Consolidated Energy System Program of Monogolia、Sustainable Energy Development Strategy of Mongolia for 2002-2010。
2. 再生可能エネルギー資源	・ 国内の 3,800 の大小河川への水力発電の導入により、年間 6,417.7MW の電力を供給できる。 ・ 年間 270～300 日の晴天があり年間の日照時間は 2,250～3,300 時間である。年間日照量は 1,200～1,600kWh/m^2である。 ・ 国土の 10%にあたる 160,000km^2が風力発電の適地である。 ・ 国内に地熱利用可能個所が 40 箇所以上ある。
3. 当プログラムの目的	・ モンゴル国内のエネルギー供給における再生可能エネルギーの比率を高めることにより、生態学的なバランスの担保、失業と貧困の削減、持続的な社会経済開発の実現を目指す。
4. 当プログラムのゴール	・ 再生可能エネルギー利用の拡大により、電力供給網と、地方部の電力供給システムの、独立性、安定性を高め、効果的な運転を実現する。 ・ エネルギー生産に占める再生可能エネルギーの比率を、2010 年までに 3～5%、2020 年までに 20～25%となるよう徐々に増加させる。 ・ エネルギー生産、送電、配電、運転の効率向上等により、現況に比べ 2010 年までに 3～5%、2020 年までに 10%以上、エネルギーロスを減らす。 ・ 地方、僻地にある全てのソムと居住地に、電力を供給する。 ・ 電力供給網から遠く離れたソムセンターの学校、病院、公共サービス機関に、電力を供給する。 ・ 国家計画である「10 万戸のソーラーゲル」計画を達成する。 ・ ウランバートル及びその他の都市の大気汚染を低減させる。 ・ 国内の地熱資源利用適地について調査を行うと共に、都市部における地熱利用について経済的・技術的なフィージビリティ調査を行い、事業を実現させる。 ・ 建築物における太陽熱利用を進める。 ・ 水素、燃料電池、その他新しいエネルギー技術の研究と導入を進める。
5. プログラムの実施段階	・ 短期：2005～2010 年 ・ 中期：2011～2020 年
6. 短期的目標	・ ドゥルグン、タイシールの水力発電を開始し、オルホンの建設を開始する。 ・ 「10 万戸のソーラーゲル」計画を達成する。 ・ 電力供給網から遠いソムセンター少なくとも 8 か所に風力/ディーゼル、あるいは風力/太陽光/ディーゼルによる電力供給を行う。少なくとも 5 ソムセンターに太陽光/ディーゼルによる電力供給を行う。 ・ 8 ソムセンターの電化、16 ソムセンターの電化調査を行う。 ・ 風力発電に関する詳細調査を行う。 ・ 商用の温水供給を目的とした太陽熱発電施設を、電力供給網から遠いソムセンターに導入する。
7. 中期的目標	・ オルホン水力発電所の稼動を開始する。 ・ 電力供給網から遠いソムセンター全てを電化する。 ・ 僻地の farmer Stations、国境警備施設、ツーリスト・キャンプ等における再生可能エネルギー利用を促進する。 ・ 太陽光、風力、水素、地熱の利用により、ウランバートルその他の都市の大気汚染を低減させる。
8. プログラムを支援する政策	・ 必要な予算を国家予算において確保する。国際的な資金を調達する。 ・ エネルギー生産者による余剰分の売電を促す価格設定を行う。
9. プログラムの進行管理	・ モンゴル政府は、国際機関、援助国、金融機関、国内外投資家・機関等と積極的な交渉を行い、プログラムの実施にあたる。 ・ 再生可能エネルギーを利用した、教育、保健・医療、農業等の改善については、地域ごとの社会経済開発計画と調整する。
10. プログラムに要する資金源	・ 以下の資金源によりプログラムを実施する。 国家政府予算、再生可能エネルギー・新エネルギーの利用に対する国際的な支援、CDM 収入、国内外からの民間投資、国際機関及び援助国からのローン・無償援助、国内外の NGO からの寄付・補助金

出典：「National Renewable Energy Program /2005-2020/Appendix #1」（2005 年、MINISTRY OF NATURE AND ENVIRONMENT OF MONGOLIA）

また同プログラムを受けて、2007年1月に「再生可能エネルギー法（Renewable Energy Law of Mongolia）」が可決・施行され、再生可能エネルギー導入促進の枠組みが整備されている。

表1.2.1-2　再生可能エネルギー法の概要

章	条	項
第1章 前書き	第1条　目的	1.1. 再生エネルギー資源を利用したエネルギーの生産及び供給を管理することを目的とする。
	第2条　法律（Legislation）	（略）
	第3条　法律の範囲	3.1. 本法は、モンゴル国内で再生可能エネルギー資源を利用した電力及び熱を生産する法人に適用する。 3.2 本法は、原則として、消費者自身の使用にのみ供する場合には適用しない。
	第4条　定義	（略）
第2章 国家の役割	第5条　再生可能エネルギーに関する国家の役割	5.3. 国のエネルギー所管機関の役割は以下の通りとする。 5.3.1. 再生可能エネルギー分野に関する政府の政策を策定、実施する。（後略） 5.4. アイマグ、首都、ソム、バグの長の役割は以下の通りとする。 5.4.1. それぞれの行政区域内における再生可能エネルギー生産施設の建設計画を、当該行政単位の土地開発計画に位置づける。 5.4.2. 各種関連法を遵守し、再生可能エネルギー生産施設の土地の所有・使用許可を行う。 5.4.3. 再生可能エネルギー利用の重要さと効果について、法人及び個人に対する広告、教育を行う。 5.4.4. 地方自治体が所有する再生可能エネルギー生産施設を企業・個人等にリースする。 5.5. エネルギー規制局（Energy Regulatory Authority）の役割は以下の通りとする。 5.5.1. 本法第11条に定める通り、エネルギー生産施設から電力網に供給される電力の価格について調査及び承認を行う。 5.5.2. エネルギー生産者と送電会社との間の合意書を承認し、その施行を確保する。
第3章 免許	第6条　再生エネルギー生産施設の建設	6.1. エネルギー生産施設建設にあたり、法人は、エネルギー法第20条に基づき免許を取得する。 6.2. 上記法人は、エネルギー生産者を兼ねることができる。
	第7条　再生可能エネルギー生産にかかる免許	（略）
	第8条　送電免許にかかる権利及び義務	8.1. 送電免許者は、以下の権利と義務を持つ。 8.1.1. 本法第11条に基づく価格で電力を購入する。
	第9条　免許の取得	（略）
	第10条　電力の売買の合意	（略）
第4章 価格及び料金	第11条　再生可能エネルギーの価格及び料金	11.1. エネルギー規制局は、電力網に接続された再生可能エネルギーの価格・料金を以下のように設定する。 11.1.1. 風力発電による電力：0.08～0.095US$/kWh; 11.1.2. 5,000kWまでの発電容量の水力発電による電力：0.045～0.061US$/kWh; 11.1.3. 太陽光発電による電力：0.15～0.18US$/kWh. 11.2. 本法第11条に基づき決定される電力価格の差額は、同一系統に発電・送電する他の発電者の販売価格に上乗せする。 11.3. アイマグ及び首都のエネルギー規制局は、独立した再生エネルギー生産施設から供給される電力の料金を以下の範囲内で設定する。 11.3.1. 風力発電による電力：0.10～0.15US$/kWh; 11.3.2. 500kWまでの発電容量の水力発電による電力：0.08～0.10US$/kWh;

		11.3.3 501～2,000kWh までの発電容量の水力発電による電力:0.05～0.06US$/kWh; 11.3.4. 2,001～5,000kWh までの発電容量の水力発電による電力：0.045～0.05US$/kWh; 11.3.5. 太陽光発電による電力：0.2～0.3US$/kWh. 11.4. アイマグ及び首都のエネルギー規制局は、独立した発電所から生産される再生可能エネルギーの価格を設定するにあたり、以下の点に配慮する。 11.4.1. 地理的位置、インフラサービス、地域の経済・社会の発展段階 11.4.2. 価格・料金が消費者にとって支払い得る範囲であること。
	第 12 条　価格･料金の適用の期間	12.1. 再生可能エネルギーの価格及び料金は、本法の施行日から少なくとも 10 年間固定される。
第5章 再生可能エネルギー基金	第 13 条　再生可能エネルギー基金	13.1. 基金の設立、資金の確保、支払い、及び業務報告書に関しては、Government Special Purpose Fund 法に基づいて行う。
第6章 雑記	第 14 条　紛争解決	（略）
	第 15 条　罰則	（略）

エ．再生可能エネルギーセンター（National Renewable Energy Center：NREC）

(ⅰ) 位置づけ

再生可能エネルギーセンター（NREC）は、モンゴルにおける電力供給に占める再生可能エネルギーの割合を増加させ、環境にやさしい再生可能エネルギーを活用して環境を守り、経済とエネルギーの発展を両立させそして安定させることに貢献することを目的として、2005年に設立された。2008年、法律の改正以後、NRECは国内の全ての再生可能エネルギープロジェクトに関与することになった。2009年には、NRECは国営企業となった。

(ⅱ) 組織及びスタッフ

NRECの組織は以下の4部門から構成される。

- ✓ 管理、財務部門。
- ✓ 調査研究・ビジネス開発部門。
- ✓ 製造・技術開発部門。
- ✓ プロジェクトユニット。

職員数は49名で、うち博士2名、コンサルタントエンジニア1名、修士9名、学士8名が所属している。

(ⅲ) 業務内容

NRECの主な業務内容は以下の通りである。

- ✓ 再生可能エネルギーに関する科学的な調査研究、実験。新技術の調査研究と導入。
- ✓ 太陽光発電システム、その他の再生可能エネルギー機器の製造と取引。
- ✓ 再生可能エネルギー生産施設のFS、設計、建設。

✓ 再生可能エネルギー生産機器の設置工事、メンテナンス。
✓ 再生可能エネルギーの評価、およびその活用。運転、メンテナンスのための基準の設定、普及活用。
✓ 国内、国外からの投資プロジェクトの実施、管理。
✓ 未電化地域への再生可能エネルギー機器の供給。
✓ 灌漑システムへの再生可能エネルギー適用。
✓ 遊牧民への再生可能エネルギーで稼働する家電機器の供給。

(ⅳ) 業務実績

NRECは、1998年アメリカから技術導入して設立された太陽光発電パネル工場を所有している。この工場は、1シフトで500kWのパネルを製造する能力があり、12W、24W、50W、55Wのパネルを製造している。

「10万戸のソーラーゲル」計画では、3,000個のソーラーシステムを住宅向けに製造した。

また、2000年から2009年の間に、30箇所以上のラジオ中継所、約230か所の郵便局、30か所以上の病院、その他の学校向けのパネルを製造した。

2010年にNRECが実施した事業及び調査研究は以下の通りである。

【事業】

✓ 遊牧民のいる砂漠化地域（Dundgovi地域）の井戸におけるソーラーポンプ設置。
✓ Zuunmod（ズーモット）における地中熱利用の暖房に関するFS調査及び施設設計・設置。
✓ 遊牧民の住宅2,000戸の太陽光発電システム導入。

出典「NREC　WEB サイト」（http://www.renenergy.com/）

図1.2.1-1　再生可能エネルギーセンターによる事業実施例

【調査研究】

✓ 未電化地域での再生可能エネルギーに関する調査研究。
✓ 暖房における再生可能エネルギー適用に関する調査研究。
✓ 冬期の小水力発電の運転に関する調査研究。

(ｖ) 2011年度の業務実施計画

NRECの2011年の実施計画では以下を実施することとなっている。

- ✓ Dornogoviで30MWの太陽光発電、50MWの風力発電を行うプロジェクトのFS調査（韓国の資金援助による）。
- ✓ 5,200戸の遊牧民住宅への50W太陽光発電システムの納入。
- ✓ Erdene（エルデネ）のヒートポンプを活用した暖房計画。
- ✓ 運転、メンテナンスのための基準書開発。
- ✓ 各地の発電施設の補修、メンテナンス。

1.2.2 一次エネルギー

ア．石炭

(ｉ) 需給及び輸出入の状況

モンゴルでは、国内に供給される電力に占める石炭火力発電の割合が非常に高く、石炭は極めて重要な資源である。また、図1.2.2-1に示すように、近年石炭輸出量が大きく増加しており、輸出量の増加に合わせて、今後も生産量を拡大していくことが計画されている。

エネルギー源として重要な石炭の鉱区・有望地域が国内に300カ所以上あるが、その内80カ所では地質探査が実施済みである。石炭の推定合計埋蔵量は1,500億トンで、その内200億トンは詳細な探査により正確な埋蔵量が確認されている。

埋蔵量の内約70%が2,500～3,000kcal/kgの低品位炭（褐炭、Lignite、brown coal）である。また、石炭の国内消費の81%（2006年）が発電用炭、10%が暖房用炭に使用されている。

主要な炭鉱は、南ゴビにあるタバン・トルゴイ炭鉱（埋蔵量5億トン）、ナリイン・スバイト炭鉱（埋蔵量1.25億トン）、ウランバートルの東150kmに位置するバガヌール炭鉱などである。バガヌール炭鉱（国が75%所有）から生産された褐炭は発電用炭の約70%を供給している。輸出炭の約90%は南ゴビからの生産で、全量中国向けである。

褐炭は燃焼効率が低いので、燃焼効率を高めるため、民間企業による無煙ブリケットの製造が活発になっている。20社以上の企業が小規模の商売をしているが、製造方法、技術レベルが低く、製品の品質が水準に達していない場合が多い。

（ii） 価格

石炭（褐炭）の小売価格は、再生エネルギーセンターへのヒアリングによれば、ウランバートル近郊では30,000Tg/tonとのことである。この価格は、公共建築物の暖房等に用いられる低品位炭を、ウランバートルから30km程度の距離にあるナライハ炭鉱から輸送した場合の価格である。

ナライハ炭鉱は規模が小さく近く閉山予定である。閉山後、最寄りの炭鉱となるバガヌール炭鉱は、ウランバートルから約150km離れており、石炭の品質も良いため、ウランバー

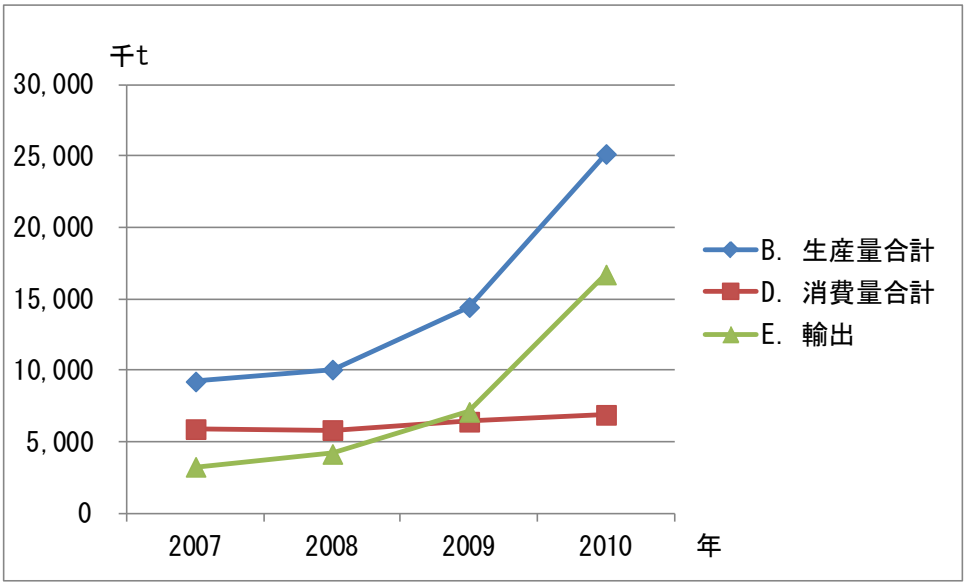
トル近郊での石炭小売価格は将来上昇すると予想される。全国のアイマグセンター、ソムセンターへの石炭運搬距離は、平均して120～180km程度である。

炭鉱における石炭卸売価格は表1.2.2-2に示す通りで、最も安い8,000Tg/tonから最も高い35,000Tg/tonまで大きな差がある。卸売価格は石炭の品質に応じて国が設定しているが、小売価格には炭鉱からの運搬コストが加算されるため、鉱山から遠い地域では石炭価格は高くなる。また、卸売価格はこの10年で2倍以上に上昇している。

表1.2.2-1　石炭の生産・消費・輸出のバランス（単位：千ton）

指標	2007	2008	2009	2010
A. 年度当初の備蓄量	317.3	381.3	441.2	1,344.0
B. 生産量合計	9,237.60	10,071.90	14,442.10	25,161.90
国営鉱山会社	6,259.7	6,674.2	7,186.7	10,459.5
民営鉱山会社	2,977.9	3,397.7	7,255.4	14,702.4
C. 輸入	0.6	0.5	0.2	0.2
D. 消費量合計	5,906.1	5,843.2	6,426.2	6,905.8
火力発電所における消費量	4,935.1	4,849.9	5,077.9	5,533.2
その他の消費量小計	971.0	993.3	1,348.3	1,372.6
製造業・建設業	203.0	190.1	226.3	179.6
交通・運輸業、通信業	121.7	41.3	41.2	49.5
農業	3.4	7.2	13.6	10.0
集合住宅	454.8	580.6	598.2	614.9
うち、世帯向け	375.2	406.6	596.5	612.3
その他	188.1	174.1	469.0	518.6
E. 輸出	3,268.1	4,169.3	7,113.2	16,726.2
F. 年度末の備蓄量（A＋B＋C）－（D＋E）	381.3	441.2	1,344.0	2,874.1

出典：「Mongolian Statistical Yearbook 2010」（2011 年、National Statistical Office of Mongolia）



出典：「Mongolian Statistical Yearbook 2010」（2011 年、National Statistical Office of Mongolia）

図1.2.2-1　石炭の生産・消費・輸出のバランス

表1.2.2-2　石炭の卸売価格（炭鉱別、2010年）

№	炭鉱	所在地	出荷時の炭鉱における石炭価格 Tg/ton（付加価値税含まず）
1	Aduun chuluun	Dornod aimag, Bayantumen soum	8,000
2	Altan shanaga	Uvs province, Bukhmurun　soum	19,500
3	Baganuur	Ulaanbaatar, Baganuur duureg	18,190
4	Bayalag - Ord	Bayankhongor province, Bayan-Ovoo soum	12,730
5	Bayanteeg	Uvurkhangai province, Nariinteel soum	15,600
6	Bayantsagaan	Arkhangai province, Ikhtamir soum	35,000
7	Dovt	Uvs province, Tarialan soum	12,500
8	Jilchig bulag	Khuvsgul province, Burentogtokh soum	24,000
9	Zeegt	Govi-Altai province, Chandmani soum	22,500
10	Maanit	Govi-Altai province, Tugrug soum	25,200
11	Mogoin gol	Khuvsgul province, Tsetserleg soum	24,400
12	Unurbayan	Sukhbaatar province, Erdenetsagaan soum	10,900
13	Talbulag	Sukhbaatar province, Sukhbaatar soum	14,400
14	Tevshiin gobi	Dundgobi province, Sainshand soum	14,000
15	Khashaat hudag	Dornogobi province, Ikhhet soum	16,430
16	Khavtgai	Khentii province, Bayankhutag soum	19,800
17	Khartarvagtai	Uvs province, Tarialan soum	12,900
18	Khotgor	Uvs province, Bukhmurun soum	19,500
19	Khuut	Dundgobi province, Bayanjargalan soum	21,000
20	Sharyn gol	Darkhan-Uul aimag, Sahryn gol soum	22,676
21	Shivee-Ovoo	Govisumber aimag8 Shivee Ovoo soum	13,950
22	Tavantolgoi	Umnugovi aimag, Tsogttsetsii soum	8,000
23	Tsagaan-Ovoo	Dundgobi province, Ulziit soum	24,500
24	Chandaga	Khentii province, Ulziit village	18,200
25	Ereen	Bulgan province, Saikhan soum	16,500

出典： 再生可能エネルギーセンター

表1.2.2-3　石炭の卸売価格の経年変化（単位：Tg/ton）

	炭鉱	2000	2007	2008	2009	2010	2011
1	Aduun chuluun	3,200	5,100	7,500	7,500	8,584	8,584
3	Baganuur	8,050	12,500	16,200	16,200	18,190	20,500
20	Sharyn Gol	8,500	14,600	21,400	21,400	22,676	26,275
21	Shivee- Ovoo	5,500	8,500	11,400	11,400	13,958	15,560
22	Tavan tolgoi	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000

注）　表中の炭鉱の番号は、表 1.2.2-2 に示した炭鉱の番号と対応する。

出典： 再生可能エネルギーセンター

イ．石油

(ⅰ) 生産及び輸出入状況

モンゴル国内の石油の埋蔵量は、40～60億バレルと推定されているが、現時点では国内に精製施設を持たないため、生産した原油は全てロシア、中国へ輸出し、精製後の石油製品を主にロシアから輸入している。

政府は、海外からの投資によって石油開発を推進しており、外国企業数社との間で油田開発に関する「生産分与協定（Production sharing Contract :PSC)」を結んでいる。政府は、全国を25のブロックに区分し、それぞれの地域を対象に外国企業の入札を実施しており、2005年までに合計6ブロックについて、外国企業とPSCを締結している。

原油採掘量は、2007年の85万バレルから2010年の218万バレルへと大きく増加した。主要な採掘事業者である「中国石油大慶タムサク・モンゴルLLC」社（ドルノド県）が2009年に140万バレルを採掘、「東勝石油モンゴル㈱」社（東ゴビ県）が同年50万バレルを採掘した。

表1.2.2-4　原油生産量

	単位	2007	2008	2009	2010
原油	千バレル	850.2	1,174.2	1,870.0	2,181.4

出典：「Mongolian Statistical Yearbook 2010」（2011 年、National Statistical Office of Mongolia）

表1.2.2-5　石油製品輸入量

	単位	2007	2008	2009	2010
ガソリン	千 t	346.2	366.0	323.0	284.7
ディーゼル油	千 t	387.6	428.3	416.2	499.4
ジェット燃料	千 t	39.2	31.6	14.7	16.2
Mazut（燃料用低品位油）	千 t	7.6	6.8	4.6	5.3

出典：「Mongolian Statistical Yearbook 2010」（2011 年、National Statistical Office of Mongolia）

(ⅱ) 価格

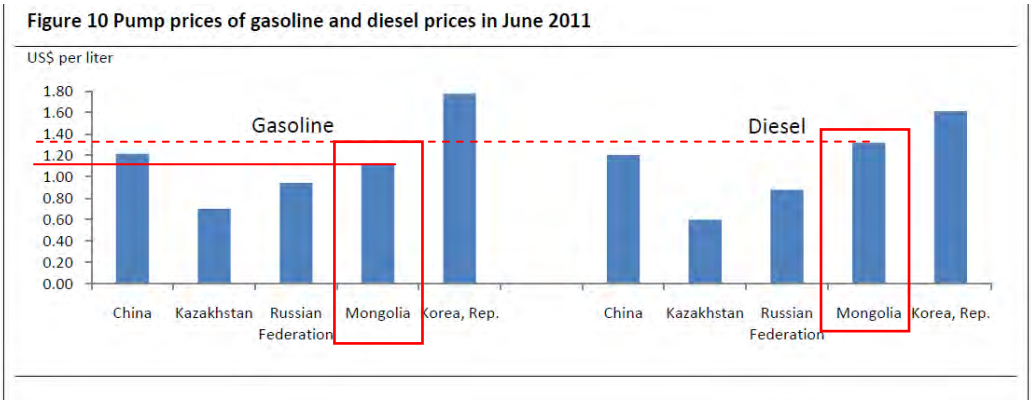
2011年8月時点で、数ヶ月間、燃料不足と価格高騰が続き、冬季になると操業できない鉱工業、農業、建設業が、操業の最盛期に大きな打撃を受けている。これは、ロシアが外交上の問題から燃料の輸出制限を急に決定、実行したためである。

対応策として、モンゴルは、ロシアとの間に石油製品供給に関する長期間のギャランティーを結ぶ交渉を行っている。また、国内での精製施設建設を計画している。

一方、現在のモンゴル国内の石油製品の価格は、近隣国で市場経済主義を採用している韓国よりも相当低く抑えられており、需給安定のために必要なのは、精製施設よりも市場による価格決定であるという世論もある。

再生可能エネルギーセンターによると、ガソリン、ディーゼル油の小売価格は、地方よりもウランバートルの方が若干高くなっている。

また、「Mongolian Statistical Yearbook 2010」によると、ガソリン、ディーゼル油とも2007年から2010年まで価格が上昇を続けており、常にディーゼル油の価格の方がガソリン価格よりも高い。



出典：「Mongolia Quarterly Economic Update」（2011 年 8 月, The World Bank）

図1.2.2-2　アジア諸国のガソリン・ディーゼル油価格の比較

表1.2.2-6　ガソリンとディーゼル油の小売価格（単位：Tg/リットル）

地　域	A-80	АИ-92	АИ-95	АИ-98	Diesel
ウランバートル市内	1,250	1,600	1,670	1,710	1,710
西　部	1,338	1,514	1,575	－	1,570
山岳部	1,286	1,448	1,490	－	1,547
中央部	1,343	1,448	1,450	－	1,521
東　部	1,333	1,460	1,500	－	1,563

注 1）　地域区分は出典のままとした。A-80、АИ-92、АИ-95、AN-98 はガソリンの名称。
注 2）　ウランバートル市内は 2011 年 11 月 15 日の情報。他地域は 2011 年 5 月時の情報。
出典：再生可能エネルギーセンター

表1.2.2-7　ガソリンの価格の経年変化

	ガソリン A-80（自動車用）Tg/リットル			
	2007	2008	2009	2010
ウランバートル	817	1,192	1,057	1,176
西部地域平均	928	1,337	1,327	1,277
Bayan-Olgii	923	1,353	1,267	1,238
Govi-Altai	928	1,319	1,344	1,328
Zavkhan	941	1,338	1,365	1,294
Uvs	920	1,313	1,309	1,188
Khovd	930	1,363	1,348	1,338
ハンガイ地域平均	880	1,254	1,173	1,243
Arkhangai	871	1,255	1,168	1,239
Bayankhongor	883	1,275	1,238	1,272
Bulgan	878	1,245	1,142	1,231
Orkhon	847	1,220	1,113	1,205
Ovorkhangai	870	1,253	1,163	1,249
Khovsgol	933	1,274	1,213	1,260
中部地域平均	856	1,233	1,167	1,275
Govisumber	862	1,232	1,178	1,304
Darkhan-Uul	848	1,187	1,090	1,190
Dornogovi	891	1,284	1,249	1,396
Dundgovi	840	1,233	1,193	1,283
Omnogovi	888	1,293	1,271	1,363
Selenge	856	1,205	1,107	1,203

	ガソリン A-80（自動車用）Tg/リットル			
Tov	805	1,200	1,081	1,183
東部地域平均	902	1,278	1,197	1,292
Dornod	920	1,278	1,215	1,324
Sukhbaatar	892	1,289	1,243	1,326
Khentii	894	1,267	1,132	1,226

出典：Mongolian Statistical Yearbook 2010, National Statistical Office of Mongolia

表1.2.2-8　ディーゼル油の価格の経年変化（ウランバートル市内）

	ディーゼル油 Tg/litre			
	2007	2008	2009	2010
ウランバートル	976	1,478	1,227	1,303

出典： Mongolian Statistical Yearbook 2010, National Statistical Office of Mongolia

表1.2.2-9　薪の価格の経年変化（ウランバートル市内）

	薪 Tg/袋			
	2007	2008	2009	2010
ウランバートル	866	1,206	1,094	1,040

出典： Mongolian Statistical Yearbook 2010, National Statistical Office of Mongolia

ウ．ガス

大気汚染に対する自動車排気ガスの影響が大きいことから、モンゴルでは2000年からエコ燃料としてロシアおよび中国から輸入される液化石油ガス（LPG）を生活や産業分野に導入・使用している。また、ウランバートル市の車両の過半数を占めるディーゼル車及びガソリン車を液化石油ガス車に置き換える政策が採られている。

液化石油ガスの輸入量は、2005年の2,200tから2007年には6,000tに大きく増加した。

液化石油ガス燃料の消費者数は、2007年時点でウランバートル市に7,600人、その他の地域に18,000人に達している。ウランバートル市内の液化石油ガス車両数は約1,000台で、液化石油ガス燃料を販売しているガソリンスタンドは3箇所存在する。

2011年11月現在、液化石油ガスの小売価格は、工業・産業用は1,670～1,800Tg/kgで、自動車用は1,030～1,050Tg/kgである。

また、2007年に、ハイブリッド車の減税、経年数の長い車両への増税などの制度が作られた。また、液化石油ガス及びその燃焼機関の輸入に対する関税を免除した他、国内生産に向けた活動を開始した[1]。

表1.2.2-10　液化石油ガスの小売価格（2011年11月1日現在）（単位：Tg/kg）

No.	販売会社	工業・産業用	自動車用
1	Unigas Co.ltd	1,800	1,030
2	Gorgaz Co.ltd,	1,800	1,050
3	Dashvaanjil Co.ltd	1,670	－

出典： 再生可能エネルギーセンター

1　The Millennium Development Goals Implementation, Third National Report 2009

エ. 地熱、地中熱（直接利用、間接利用）

モンゴル国内の火山は全て死火山であるが、ウブルハンガイ県ホジルト、アルハンガイ県ツェンケルに温泉が湧出しており、保養地として地熱が直接利用されている。

都市部における地中熱利用ヒートポンプのプロジェクト（間接利用）は、これまでに以下の3件のプロジェクトが行われている。

表1.2.2-11　地中熱利用ヒートポンプの実施済プロジェクト

	導入施設	導入場所	概要
1	幼稚園	トゥブ県ズーモット（アイマグセンター）	深さ 100mのパイプを 4 本設置 その他に太陽熱も利用している
2	幼稚園	ソンギノハイハン（ウランバートル近郊）	深さ 150mのパイプを設置
3	住宅	ウランバートル空港付近	地下水の熱を利用

出典：再生可能エネルギーセンターヒアリング（2011 年 10 月 12 日）

オ. 各燃料の排出係数

2011年10月の自然環境観光省へのヒアリング結果によれば、各燃料のGHG排出係数は、国として固有の値を定めておらず、IPCCの公表値（例：2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2, Energy, p.1.23, Table 1.4 Default CO_2 Emission Factors For Combustion）を使用しているとのことである。

再生可能エネルギーセンターによると、モンゴルで使用される主な燃料のGHG排出係数は、表1.2.2-12に示す通りである。

表1.2.2-12　各種燃料のGHG排出係数

種類		単位発熱量（kJ/kg）	単位発熱量あたりの炭素排出量（kgC/GJ）	燃料単位重量あたりのCO_2排出量（kgCO_2/kg）
A.石炭				
	Baganuur 炭鉱	14,420.0	27.6	1.37
	Shivee-Ovoo 炭鉱	11,500.0	33.04	1.38
	Sharyn gol 炭鉱	16,100.0	26.7	1.56
	Aduunchuluun 炭鉱	9,090.0	33.04	1.09
	Bayanteeg 炭鉱	14,380.0	24.61	1.28
	Tavantolgoin 炭鉱	23,240.0	25.80	2.18
	褐炭	14,650.0	27.60	1.36
	石炭	20,934.0	25.8	1.96
	コークス	28,500.0	29.5	3.05
	粘結炭	27,000.0	25.8	2.53
B.液体燃料				
	ガソリン	44,800.0	18.9	3.07
	ディーゼル油	43,330.0	20.2	3.18
	ジェット燃料	44,590.0	19.5	3.16
	スラリーオイル	40,190.0	21.1	3.08
C.生物燃料				
	薪	10,460.0	29.9	0.87
	畜糞	10,460.0	29.9	0.87

出典：再生可能エネルギーセンター

1.2.3　電力

ア．電力供給体制・送配電網

電力は各系統の送電公社、配電公社により消費者に送配電されている。

送電系統は、中央系統（Central Energy System: CES）、東系統（Eastern Energy System: EES）、西系統（Western Energy System: WES）、アルタイ・ウリアスタイ系統（Altai-Uliastai Energy System: A-U）、南系統（Umunugobi県；Southern Energy System）に分かれており、全国の連系はまだ達成されていない。全国の電力需要の8割がCESに集中している。

各系統とも、ロシア、中国との連系がある。特にWESは発電事業者がなく、ロシアからの輸入によって電力を供給している。また、CESはピーク負荷のみをロシアから輸入している。電力使用量（総電力量）に占める輸入量の割合は6%程度である。

主要な送電線は220kVと110kVで構成されている。220kV系統はCESのみである。

送配電における電力ロスは、系統・送配電企業により、約3%から約24%まで大きくばらついている。

2011年現在、全てのアイマグセンターが系統に接続されており、さらにソムセンターの電化を進めているところである。ただし、ソムセンターの電化の方法は、人口密度が低い国土の状況を反映して、系統への接続の他に、独立したディーゼル発電施設の整備や、太陽光・風力発電とディーゼル発電を組み合わせた発電施設を独自に整備・運転する方法によっても進められている。

表1.2.3-1　送電線・配電線の整備状況（2010年）（単位：km）

電圧	西系統	アルタイ・ウリアスタイ系統	中央系統	南系統（ウムヌゴビ）	東系統	Total
220kV	－	－	1,044	－	－	1,044
110kV	742	254	2,982	－	305	4,283
35kV	724	929	5,824	93	679	8,249
15kV	794	446	1,553	162	329	3,284
6～10kV	885	367	8,413	136	497	10,298
0.22/0.4kV	722	91	7,370	126	209	8,518

出典：再生可能エネルギーセンター

表1.2.3-2　送配電時の電力ロス

№	送配電企業体	2006	2007	2008	2009	2010
1	The Central Regional Electricity Transmission Grid	3.44%	3.34%	3.3%	3.31%	3.18%
2	Ulaanbaatar Electricity Transmission Grid *	25.39%	23.07%	21.67%	22.1%	21.4%
3	Darkhan-Selenge Electricity Transmission Grid*	14.0%	13.1%	11.82%	14.6%	13.4%
4	The Erdenet Region Electricity Transmission Grid *	3.5%	3.53%	3.51%	3.55%	3.73%
5	The Baganuur and Southeastern Region Electricity Transmission Grid *	11.97%	12.28%	11.6%	11.46%	10.77%
6	Khuvsgul-Power Co.,Ltd	26.3%	22.3%	21.9%	21.4%	23.56%
7	Bayankhongor-Power Co.,Ltd	24.6%	16.9%	17.2%	15.0%	15.9%

注）　*がついているのは、国有企業体 State Owned Stock Company である。
出典：再生可能エネルギーセンター

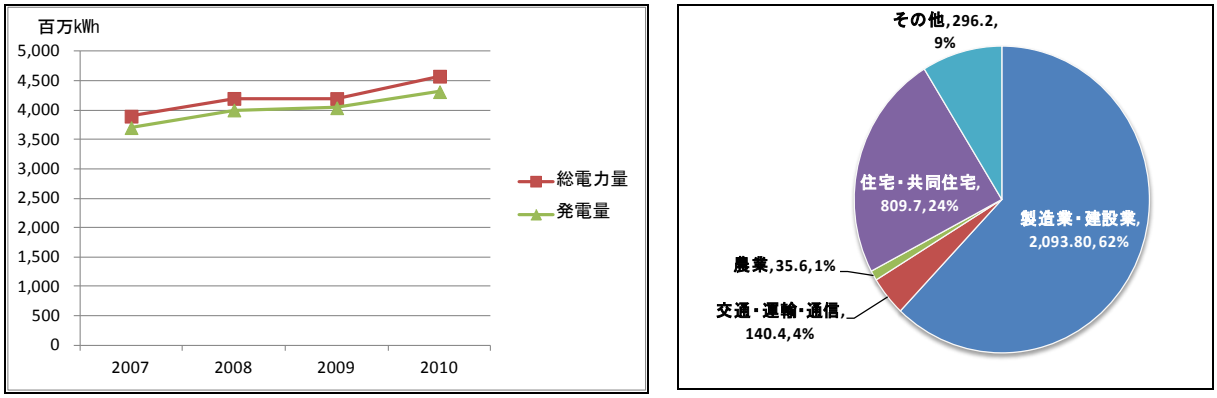
イ．電力消費

消費される電力の約62%を製造業、建設業が使用しており、次いで、住宅・共同住宅の使用量が約24%を占めている。

表1.2.3-3　電力生産及び消費状況（単位：百万kWh）

	2007	2008	2009	2010
総電力量（A＋B）	3,896.1	4,198.2	4,195.4	4,575.7
A. 発電量	3,700.7	4,000.6	4,038.8	4,312.8
B. 輸入	195.4	197.6	156.5	262.9
C. 送電量（D＋E＋F＋G）	3,896.1	4,198.2	4,195.4	4,575.7
D. 消費	2,829.1	3,093.3	3,034.1	3,375.9
うち				
製造業・建設業	1,745.6	1,918.1	1,883.1	2,093.8
交通・運輸・通信	117.3	128.7	126.2	140.4
農業	26.1	32.6	32.1	35.6
住宅・共同住宅	694.6	742.3	727.6	809.7
その他	245.5	271.5	265.1	296.2
E. 送配電ロス	442.4	435.9	493.9	505.4
F. 発電所内消費	614.5	653.2	649.4	672.2
G. 輸出	10.1	15.9	18.1	22.2
一人当たり発電量 kWh	1,415.4	1,504.4	1,490.5	1,563.6

出典：「Mongolian Statistical Yearbook 2010」（2011 年、National Statistical Office of Mongolia）



出典：「Mongolian Statistical Yearbook 2010」（2011 年、National Statistical Office of Mongolia）

図1.2.3-1　電力生産及び消費の状況

表1.2.3-4　発電施設と電力供給の状況

系統	西系統	アルタイ・ウリアスタイ系統	中央系統（南系統含む）	東系統
対象アイマグ	ウブス、バヤン・ウルギー、ホブド	ザフハン、ゴビ・アルタイ	セレンゲ、ダルハン、トゥブ、ドンドゴビ、ドルノゴビ、ブルガン、フブスゴル、アルハンガイ、ウブルハンガイ、バヤンホンゴル、ウムヌゴビ	スフバートル、ドルノド、ヘンティ
供給対象都市	3 アイマグセンター 22 ソムセンター	2 アイマグセンター　他	都市：ウランバートル、ダルハン、エルデネト 13 アイマグセンター 約 150 のソムセンター	2 アイマグセンター （ドルノド、スフバータル） 上記 2 アイマグ内のソムセンター
供給エネルギー	電力のみ	電力のみ	電力及び熱 （家庭用温水：通年、温水暖房：年 8 ヶ月）	電力のみ
電力需要	80MkW	不明	734MkW 年 5，6%ずつ増加している。	80MkW
火力発電所	無	ウリヤスタイディーゼル発電所 ユスンボラクディーゼル発電所	ウランバートル 3 号火力発電所 計画発電量：148MW 計画熱供給量：667MW ウランバートル 4 号火力発電所 計画発電量：540MW 計画熱供給量：947MW ダルハン火力発電所 計画発電量：48MW 計画熱供給量：259MW エルデネト火力発電所 計画発電量：28.8MW 計画熱供給量：164MW	チョイバルサン火力発電所 36MW
その他の系統に接続されている火力発電所以外の発電所	ドゥルグン水力発電所 2009 年から稼動 計画最大発電量：12MW	タイシール水力発電所 3.6 万 MW その他夏季のみ稼動する小型水力発電所が複数存在する。	無	無
電力輸入	ロシアから電力を輸入 最大送電：22MW	ゴビ・アルタイ県にロシア及び中国（内モンゴル）から電力を輸入。	一部ロシアから輸入。 ウムヌゴビ県に 35kV の電力を中国から輸入。	スフバートル県に 35kV,ドルノト県に 80kV の電力を中国から輸入。
系統接続されていない発電施設等	ツェツェグ（ホブド県）で太陽光・ディーゼルハイブリッド発電を行っている。	アルタイフドゥル社がゴビ・アルタイ鉱山に 10MW のディーゼル発電所を設置しており、周辺集落に電力を供給している。 ゴビ・アルタイ県の 3 都市、ザフハン県の 2 都市で太陽光・ディーゼルハイブリッド発電を行っている。	タバン・トルゴイ炭鉱に 18MW の民間火力発電所があり、周辺集落に電力を供給している。 バヤンホンゴルの 3 都市、ウムヌゴビの 3 都市、南ゴビの 1 都市で、風力・ディーゼルハイブリッド発電が行われている。将来は系統接続を行う予定。	マタド及びエルデネトサガーンにおいて太陽光・風力・ディーゼルハイブリッド発電を設置し、周辺集落に電力を供給している。
その他	Khushuut 炭鉱に 12MW（36MW に拡張検討中）,ボドゴル炭鉱に 40MW の火力発電所建設計画があり、完成すると電力輸入が不要になる。 ホブド川で水力発電の可能性調査を行ったが、発電単価が高すぎてフィージブルでないとの結論が出た模様。	テルメン火力発電所計画（60　MW（30MWx2））があり、2013 年の稼動を目指している。	ウランバートル第五火力発電所計画（計画発電量 450MW） 2012 年に工事着手見込み。 3 炭鉱で発電所建設計画がある他、ドルノゴビの工業都市化計画でも発電所建設計画があるエグ川、セレヌン川に水力発電所建設計画があるが、具体化に至っていない。	ドルノト県の 2 炭鉱で天然ガスの生産計画あり。

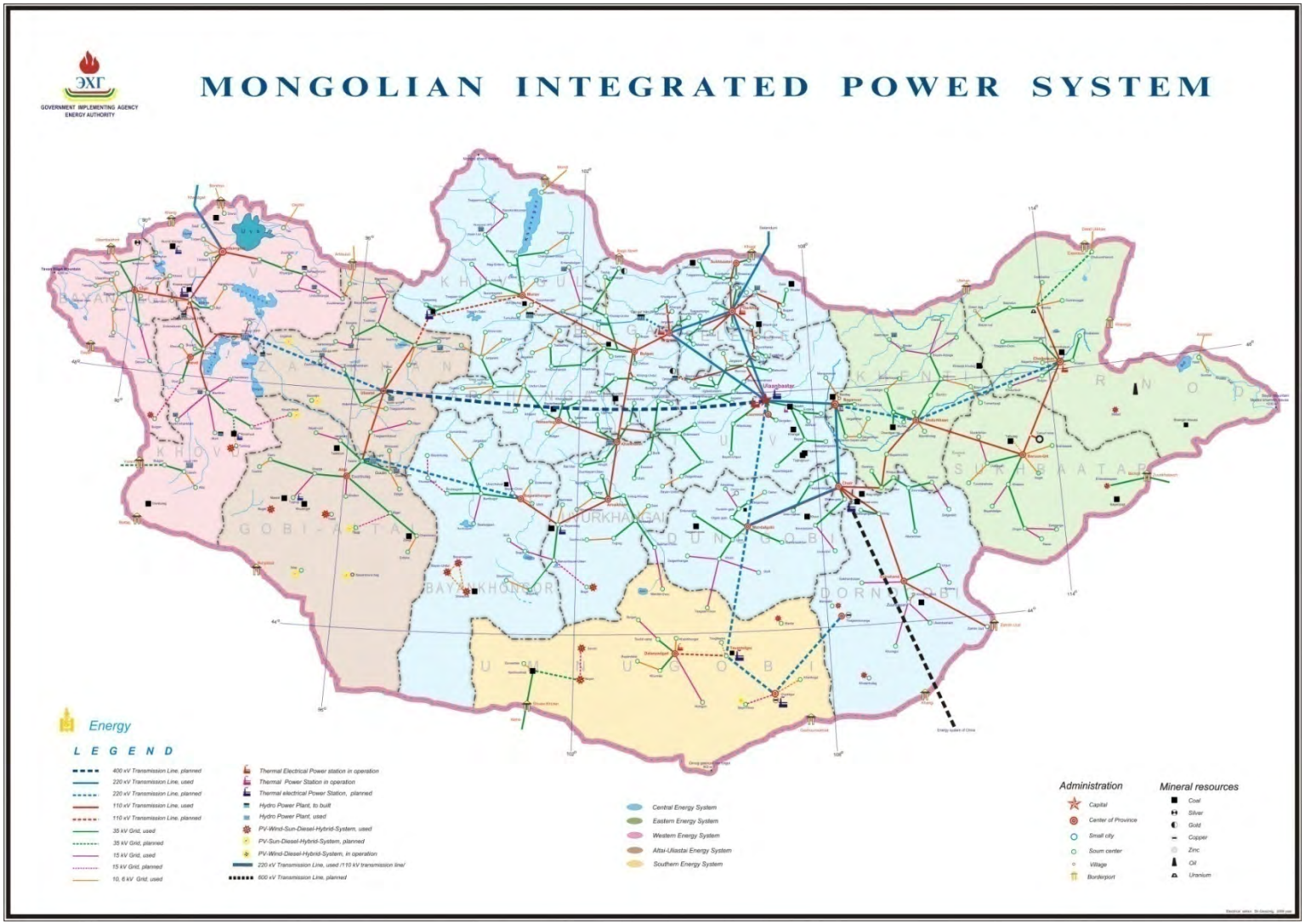
出典：「energypedia.info　WEB サイト」（https://energypedia.info/index.php/Main_Page）及び、2011 年 10 月 12 日 Energy Authority Enkhtaivan 氏ヒアリングを基に作成。

表1.2.3-5　発電施設等の稼動・計画状況

系統	西系統		アルタイ・ウリアスタイ系統		中央系統（南系統含む）		東系統	
アイマグ	ウブス、バヤン・ウルギー、ホブド		ザフハン、ゴビ・アルタイ		セレンゲ、ダルハン、トゥブ、ドンドゴビ、ドルノゴビ、ブルガン、フブスゴル、アルハンガイ、ウブルハンガイ、バヤンホンゴル、ウムヌゴビ		ドルノド、スフバートル、ヘンティ	
稼働状況	稼働中	計画中	稼働中	計画中	稼働中	計画中	稼働中	計画中
火力発電所	なし	Khartarvagatai Nuurst Khotgor Khushuut	なし	Tugrug	Erdenet● Darkhan● Ulaanbaatar● Nalaikh Baganuur Dalanzadgad●	Mogoingol Ulaanbaatar Dalanjargalan Tavantolgoi Ouytolgoi Bayanteeg	Choibolsan●	なし
水力発電所	Dulgun Mankhan Munkh-khairkhan Uench Undurkhan	Baruunturuun Erdeneburen Teel Must	Galuutai Tosontsengel Zafkhanmandal Bogdiln gol Taishir Guulin	なし	Mungaash Erdenebulgan Eruu Kharkhorin	Chargait Egiin gol Orkhon	Batshireet	なし
風力・太陽光・ ディーゼル複合発電所 【系統に未接続】	Tsetseg Bulgan	Khukh-Morit	Bugat Tseel	Urgamal Durvuljin Tsogt Bayantooroi bag Altai	Mandakh Khatanbulag Manlai Bayn-Ovoo Bagd Sevrei Noyon Bayanzagaan Bayan-Undur Shinejinst	なし	Erdenetsagaan Matad	なし
熱供給所 District Heating Plant	Ulaangom Ulgii Khovd			Murun	Sukhbaatar Sainshand	Bulgan		Baruun-Urt

●：　電力及び熱供給併用

出典：「電気系統プログラム」（2007 年 1 月 30 日政令第 10 号）「Mongolian Integrated Power System」（2009 年、Energy Authority）及び、2011 年 10 月 12 日 Energy Authority Enkhtaivan 氏ヒアリングを基に作成。



出典：「電気系統プログラム」（2007 年 1 月 30 日政令第 10 号）

図1.2.3-2　モンゴルの系統、発電所、ソムセンターの状況

ウ. 発電

(ⅰ) 火力発電

モンゴル国内の火力発電所は、下表の通り、現在9基（7都市）が稼働中である。

これらの他に、鉱山開発、工業開発等の計画と合わせた発電所建設計画が立案されている。民間の鉱山開発が行われる場合も、低品位炭の販売よりも電力販売の方が利益を期待できることから、鉱山開発会社が発電所を建設し、電力販売を行うケースが多い。

表1.2.3-6　火力発電施設の稼動・計画状況

系統	西系統	アルタイ・ウリアスタイ系統	中央系統（南系統含む）	東系統
稼働中	なし	なし	Erdenet● Darkhan● Ulaanbaatar●（3 基） 以上 5 基の合計：835MW（計画） 660MW（平常時） Nalaikh Baganuur Dalanzadgad●	Choibolsan● 36 MW
計画中	Khartarvagatai Nuurst Khotgor Khushuut	Tugrug	Mogoingol Ulaanbaatar（第 5） Dalanjargalan Tavantolgoi Ouytolgoi Bayanteeg	なし

●：　電力及び熱供給併用

出典：「電気系統プログラム」(2007 年 1 月 30 日政令第 10 号)「Mongolian Integrated Power System」(2009 年、Energy Authority）及び、2011 年 10 月 12 日 Energy Authority Enkhtaivan 氏ヒアリングを基に作成。

(ⅱ) 水力発電

表にモンゴル国内の水力発電施設の場所と出力等を示す。

国土の大半が草原や砂漠で覆われ降雨量が少ないこと、土地が砂礫質で保水性に欠けていること、11月～4月は川が氷結することなどの条件から、水力開発はなかなか進展しなかったが、近年日本によるCDMプロジェクトでドゥルグンとタイシールに大規模な水力発電所が建設されるなど、主に西部と中部で水力開発が進められている。

表1.2.3-7　水力発電施設の設置状況

名称	ソム	県	地域（系統）	計画発電量（kW）
Kharkhorin HPP (1959)	Kharkhorin soum	Uvurkhangai province	CES	528
Chigjiin Gol HPP (1989)	Undurkhangai soum	Uvs province	WES	200
Bogdiin Gol HPP (1997)	“Bogd” river, Uliastai soum	Zavkhan province	A-U	2,000
Guulingiin Gol HPP (1999)	Delger soum	Govi-Altai province	A-U	400
Mankhan HPP (1998)	Mankhan soum	Khovd province	WES	150
MunkhKhaikhan HPP (2002)	MunkhKhairkhan soum	Khovd province	WES	150
Taishir HPP	Taishir soum	Govi-Altai province	A-U	11,000
Durgun HPP	Durgun soum	Khovd province	WES	12,000
Tosontsengel HPP (2005)	”Ider” gol, Tosontsengel soum	Zavkhan province	A-U	375
Uench HPP	Uench soum	Khovd province	WES	930
ErdeneBulgan HPP (2005)	“Eg” river, Erdenebulgan soum	Khuvsgul province	CES	200
ZavkhanMandal HPP (2008)	“Hungui” river, ZavkanMandal soum	Zavkhan province	A-U	115
Tsetsen Uul HPP (2008)	“Galuutai” river, TsetsenUul soum	Zavkhan province	A-U	150

注：　地域（系統）は、WES：西系統、A-U：アルタイ・ウリアスタイ系統、CES：中央系統とした。
出典：再生可能エネルギーセンター

(iii) 風力・太陽光発電

モンゴル国内では風力・太陽光については、国土の大半が開発に適した状況で、特に南部のゴビ砂漠に有望な地点が多数存在することから、電力の系統の整備が遅れている国土の南西部を中心に、風力・太陽光による発電所計画が進められている。また、風力発電と太陽光発電、あるいはディーゼル発電を複合的に行っている事業も多い。

モンゴル国内の風力発電、太陽光発電、あるいはこれらの複合発電を行っている施設の場所と出力等は、表1.2.3-8に示す通りである。これらの多くは現在系統に未接続であるが、将来的には接続される計画である。

表1.2.3-8　風力発電所の設置状況

名称等	ソム	県	地域（系統）	計画発電量（kW）
Erdenetsagaan WPS	Erdenetsagaan soum	Sukhbaatar province	EES	100
Bayandelger WPS	Bayandelger soum	Sukhbaatar province	EES	22
Khatanbulag WPS	Khatanbulag soum	Dornogovi province	CES	150
Mandakh WPS	Mandakh soum	Dornogovi province	CES	80
Sevrei WPS	Sevrei soum	Umnugovi province	Umunugobi	80
Bogd WPS	Bogd soum	Uvurkhangai province	CES	80
BayanUndur WPS	BayanUndur soum	BayanKhongor province	CES	2.5

注：　地域（系統）は、CES：中央系統、Umunugobi：南系統、EES：東系統、とした。
出典：再生可能エネルギーセンター

表1.2.3-9　太陽光発電所の設置状況

名称等	ソム	県	地域（系統）	計画発電量（kW）	備　考
Noyon SPS	Noyon soum	Umnugovi province	Umunugobi	200	－
Tsetseg SPS	Tsetseg soum	Khovd province	WES	100	－
Bugat SPS	Bugat soum	GoviAltai province	A-U	140	－
SHS for herdsmen families (48,000 sets in 2005)	－	－	－	2,400	－
SHS for herdsmen families (40,400 sets in 2008)	－	－	－	2,020	－
Soum and subdistrict centers	－	－	－	25.7	－
Dadal soum, Khentei soum	Dadal soum	Khentei province	EES	6.8	－
PV systems for soum center's communication offices	－	－	－	336.83	－
SPS for offgrid soum center's hospital	－	－	－	9.7	－
MobiCom	－	－	－	120	20～30 箇所（3～5kW）
G-Mobile	－	－	－	70	10～20 箇所（3～4kW）
Power source for working brigade	－	－	－	4	－
Province center's airport	－	－	－	48	12 県（4kW）
Power source for seismograph station	－	－	－	50	5～10 箇所（5～6kW）
Relay station	－	－	－	140	Relay station
SHS for herdsmen families	－	－	－	25	50W 500 箇所
G-Mobile user's PV set	－	－	－	1.08	12V 90 箇所
Burentogtokh subsoum, Burenkhaan soum, Khuvsgul province	－	－	－	3.5	50W 70 箇所
Altai soum, Govi-Altai province	Altai soum	GoviAltai province	A-U	200	－
Tsogts soum, GoviAltai province	Bayantooroi bag, Tsogts soum	GoviAltai province	A-U	100	－
Durvuljin soum, Zavkhan province	Durvuljin soum	Zavkhan province	A-U	150	－
Urgamal soum, Zankhan province	Urgamal soum	Zavkhan province	A-U	150	－

注：　地域（系統）は、WES：西系統、A-U：アルタイ・ウリアスタイ系統、Umunugobi：南系統、EES：東系統、とした。

出典：再生可能エネルギーセンター

表1.2.3-10　風力・太陽光等の複合発電所の設置状況

名称等	ソム	県	地域（系統）	計画発電量（kW）	備考
Manlai SWHS	Manlai soum	Umnugovi province	Umunugobi	150	風力発電 120kW
Mandakh SWHS	Mandakh soum	Dornogobi province	CES	160	太陽光発電 80kW/ 風力発電 120 kW
Matad SWHS	Matad soum	Dornod province	EES	120	太陽光発電 30 kW / 風力発電 90 kW
Tseel SWHS	Tseel soum	GoviAltai province	A-U	180	太陽光発電 60 kW / 風力発電 120 kW
Bugat SWHS	Bugat soum	Gobi-Altai	A-U	140	太陽光発電 60 kW / 風力発電 80 kW
Bayantsagaan SWHS	Bayantsagaan soum	Bayankhongor province	CES	150	太陽光発電 30 kW / 風力発電 120 kW
Shinejinst SWHS	Shinejist soum	Bayankhongor province	CES	150	太陽光発電 30 kW / 風力発電 120 kW
BayanUndur SWHS	BayanUndur soum	Bayankhongor province	CES	150	太陽光発電 30 kW / 風力発電 120 kW
Durvuljin SWHS	Onts bag, Durvuljin soum	Zavkhan province	A-U	0.4	－
Tsagaanchuluut SWHS	Tsagaanchuluut soum	Zavkhan province	A-U	6.1	太陽光発電 5 kW / 風力発電 1.1 kW
Naran SWHS	Naran soum	Sukhbaatar province	EES	5	太陽光発電 2 kW / 風力発電 3 kW
Zurkh subdistrict, Galt soum SWHS	Zurkh bag center, Galt soum	Khuvsgul province	CES	3.3	太陽光発電 1.5 kW / 風力発電 1.8 kW
BayanUndur SWHS	BayanUndur soum	Uvurkhangai province	CES	5.4	太陽光発電 3.3kW / 風力発電 1.8kW

注：　地域（系統）は、A-U：アルタイ・ウリアスタイ系統、CES：中央系統、Umunugobi：南系統、EES：東系統、とした。
出典：再生可能エネルギーセンター

地域への電力供給を目的とした上記の発電施設の他に、非定住の遊牧民を対象にして、携帯型太陽光発電システムの普及が図られている。

このシステムがモンゴルに幅広く導入されるようになったきっかけは1992～1996年度に行われたNEDO事業である。当事業では、移動型テント（ゲル）で利用可能な携帯型太陽光発電システム（200W）を200セット設置し、小型軽量化、可搬性、信頼性の向上を実証した結果、遊牧民達はこのシステムが移動生活に最も適していると高く評価した。モンゴル政府もこの実証研究の成果を高く評価し、「10万戸のソーラーゲル」計画に発展した。その後、世界銀行等の融資により同計画が進められている。

出典：NREC　WEB サイト
（http://www.renenergy.com/）

図1.2.3-3　移動型テント（ゲル）で利用可能な携帯型太陽光発電システム

エ. 停電の状況

モンゴルの電力事情は悪く、停電は日常的に発生している。1991年新体制移行に伴いロシア技術者が、モンゴルから撤退し、自立した電力システム運営が開始された。しかし、発電所、送電システム、配電システムなどの現有設備は、古いロシア製のものが多く残ったままであり、市内の古い配電設備の劣化により、停電は日常的に起きている。ウランバートルではいくつかの民間の配電会社もあるが、設備更新は進んでいない。但し、日本とは異なり、モンゴルでは数分以内程度の停電なら停電とは認識されていない。

オ. 系統に接続していない地域の状況

2011年現在、全てのアイマグセンターが系統に接続されており、さらにソムセンターの電化を進めているところである。

系統に接続していないソムセンターでは、独立したディーゼル発電施設の整備や、風力・太陽光発電とディーゼル発電を組み合わせたハイブリッドシステム等を独自に整備・運転する方法によって電化が進められている。

風力・太陽光発電とディーゼル発電とのハイブリッドシステムを設置したところでは、ディーゼル油価格が高騰すると、ソム予算で燃料を買えなくなり、昼間のみ電力供給を行うような状況も発生している。

表1.2.3-11　系統接続されていないソムセンターの電力供給状況

№	県	ソム	発電施設
1	Bayankhongor	Shinejinst	風力・太陽光複合発電 150kW
		Bayan-Undur	風力・太陽光複合発電 120kW, 30kW
		Bayantsagaan	風力・太陽光複合発電 150kW
2	Govi-Altai	Altai	太陽光発電 200kW ディーゼル発電 60kW×3
		Bugat	太陽光発電 30kW 風力発電 120kW
		Tseel	風力・太陽光複合発電 120kW
3	Dornod	Matad	－
4	Dornogovi	Khatanbulag	風力・ディーゼル複合発電; 風力発電 150kW ディーゼル発電 100kW×3
		Mandakh	風力・太陽光複合発電; 風力発電 80kW 太陽光発電 120kW
5	Zavkhan	Durvuljin	風力・太陽光複合発電 150kW
		Urgamal	太陽光発電 150kW
		Bayantes	Asgat ソムからの送電線を建設中
		Bayankhairkhan	Asgat ソムからの送電線を建設中
		Asgat	Tudevtei ソムからの送電線を建設中
6	Umnugovi	Khanbogd	ディーゼル発電 60kW x2
		Bayan-Ovoo	ディーゼル発電 60kW x2
		Manlai	風力・太陽光複合発電; 風力発電 120kW 太陽光発電 30kW
7	Khovd	Tsetseg	太陽光発電 100kW 風力発電 30kW

出典：再生可能エネルギーセンター

カ. 電力価格

電力の価格は、国及びアイマグのEnergy Regulatory Authorityが決定する。

モンゴルのアイマグ別電気料金は表1.2.3-12に、中央系統の電気料金体系は表1.2.3-13に示す通りである。

2009年のウランバートル市及びその周辺を対象とした中央系統の電気料金体系電力料金は、「製造業（事業所）（Entity and Industrial)」と「その他（Residential consumers)」に分けられている。「その他」は、さらに「戸建住宅」、「ウランバートル市内のアパート」、「ウランバートル市内のゲル」、「アイマグ・ソムのアパートメント」、「アイマグ・ソムのゲル」に区分されている。公共建築物は「その他（Residential consumers)」の単価が適用される[2]とのことであったので、セルレゲン村の公共建築物は「アイマグ・ソムのアパートメント」の料金が適用されると考える。

表1.2.3-12　モンゴルのアイマグ別電気料金（Tg/kWh）

	2007	2008	2009	2010
西部地域平均	63	63	63	64
Bayan-Olgii	66	66	66	66
Govi-Altai	60	60	60	67
Zavkhan	57	57	57	57
Uvs	66	66	66	66
Khovd	66	66	66	66
ハンガイ地域平均	58	64	70	77
Arkhangai	57	66	73	81
Bayankhongor	57	65	75	79
Bulgan	59	59	59	71
Orkhon	59	65	70	77
Ovorkhangai	58	63	70	77
Khovsgol	55	65	75	79
中部地域平均	59	65	71	77
Govisumber	58	67	75	79
Darkhan-Uul	57	64	70	77
Dornogovi	57	64	70	77
Dundgovi	59	67	75	79
Omnogovi	66	66	66	75
Selenge	57	64	70	77
Tov	57	62	70	77
東部地域平均	65	68	71	77
Dornod	69	69	69	76
Sukhbaatar	66	70	75	78
Khentii	59	65	70	77
ウランバートル	57	64	70.4	77

出典：「Mongolian Statistical Yearbook 2010」（2011 年、National Statistical Office of Mongolia）

2　2011 年 10 月 12 日 Energy Authority の Enkhtaivan 氏ヒアリング。

表1.2.3-13　中央系統の電気料金体系（2010年1月15日決定：Tg/kWh）

料金体系		価格 （付加価値税含まず）
1. 産業用		
ウランバートル市内の産業・生産施設向け料金	従量電灯	
		100
	時間帯別電灯	
	昼間　06:00～17:00	100
	夕方　17:00～22:00	179
	夜間　22:00～06:00	46.00
	トローリーバス会社	49.20
ウランバートル市及びアイマグセンターの街路灯	昼間　06:00～19:00	88
	夜間　19:00～06:00	40.00
集合住宅入り口灯	昼間　06:00～21:00	88
	夜間　21:00～06:00	40.00
2. 産業用以外		
産業・生産施設以外向け（家庭用、公共建築物用等）	従量電灯	
	ウランバートル市内アパート	79.80
	ゲル	77.00
	時間帯別電灯	
	昼間　06:00～21:00/	79.80
	夜間　21:00～06:00/	40.00
ウランバートル市内集合住宅居住世帯向け	150kWh/月未満	74
	151～250kWh/月	79
	251kWh/月以上	84
ウランバートル市内のゲル・戸建て住宅世帯向け	150kWh/月未満	71
	151～250kWh/月	76
	251kWh/月以上	84
アイマグ及びソムの集合住宅居住世帯向け	80kWh/月未満	74
	81～180kWh/月	79
	181kWh/月以上	84
アイマグ及びソムのゲル・戸建て住宅世帯向け	80kWh/月未満	71
	81～180kWh/月	76
	181kWh/月以上	81

参考情報：メーターがついていない家庭の平均電力使用量/月

区分	ウランバートル市	他
集合住宅	320kWh	200kWh
他	250kWh	150kWh

出典：再生可能エネルギーセンター

キ. 電力排出係数

モンゴルの国家CDM事務局によると、中央系統の2009～2010年の排出係数として、以下の数値が公表されている。この他、東西の系統や、独立した発電施設も存在するが、全国の電力需要の8割を中央系統がまかなっていることから、下記の値を全国の代表値として用いることは可能と考えられる。他の電力グリッドの排出係数は公表されていないが、地方では水力発電や、国外からの電力の輸入が行われているので、中央系統の排出係数よりも小さい値になると予想される。例えば、登録済みのCDMプロジェクトでは0.8tonCO_2/MWhが使用されている。

表1.2.3-14　発電によるGHG排出係数

Grid emission factor for Mongolia Central energy system OM: 1.1501 tonCO_2/MWh BM: 1.0559 tonCO_2/MWh

出典：「モンゴル国 CDM 事務局　Web サイト」
（ http://cdm-mongolia.com/index.php?option=com_content&view=article&id=75&Itemid=105&lang=en）

1.2.4　熱供給

ア. 熱供給の普及状況とシステム

Energy Authorityは、国民全戸に暖房を供給することを目標としている。現在は、全アイマグセンターにおける地域暖房（熱供給）の実現を目指している段階である。地域暖房が実現していない都市では、公共及び民間の建築物ごとにボイラーを設置し、あるいは調理用を兼ねたストーブにより、暖房が行われている。

表1.2.4-1　モンゴルの熱供給（地域暖房）の状況（単位：千G cal）

項　目	2007	2008	2009	2010
熱生産総計（a＋b＋c）	7,723.5	7,759.6	8,320.5	8,362.5
a.　発電・熱供給センターの内部利用	414.8	396.6	335.3	338.4
b.　工場及び家庭への熱供給小計	7,165.0	7,237.9	7,828.5	7,820.2
製造業・建設業	2,068.4	2,167.6	2,002.2	2,082.9
交通・運輸、通信	285.5	278.6	264.4	281.7
農業	38.3	39.7	37.8	40.5
住宅、集合住宅	3,372.0	3,429.8	3,573.9	3,361.8
その他	1,400.8	1,322.2	1,950.2	2,053.4
c.　供給系統におけるロス	143.7	125.1	156.8	203.9

出典：「Mongolian Statistical Yearbook 2010」（2011 年、National Statistical Office of Mongolia）

イ．熱供給用ボイラーの状況

熱供給は発電所の余剰熱を供給する方式と、アイマグセンターに熱供給専用のボイラーを設置して地域に暖房を供給する方式がある。地域暖房を担っているボイラーの規格は、表1.2.4-2に示す通りで、アイマグセンターで使用されているボイラー燃料は主に褐炭である。

表1.2.4-2　モンゴル国内の熱供給用ボイラー等

方式	場所	ボイラー型式等	供給容量（Gcal/h）	熱消費量（Gcal/h）	余裕熱量（Gcal/h）
発電所からの熱供給	Ulaanbaatar	Power Plants #2,#3,#4	1,725	1,555	170
	Darkhan	Darkhan Power Plant	236	219	17
	Erdenet	Erdenet Power Plant	150	135	15
	Umnugovi	Dalanzadgad Power Plant	10.8	10.74	0.06
	Dornod	Dornod Power Plant	90	64	26
熱供給専用ボイラーからの熱供給	Bayan-Ulgii	КЕ-25-14	32	15.8	16.2
	Uvs	КЕ-25-14	14	11	3
	Khovd	КЕ-25-14 КВТС20/150	28	24.3	3.7
	Dornogovi	КЕ-25-14	30	13.6	16.4
	Selenge	КЕ-25-14	32	28.5	3.5
	Choir	DZL-2.8 ДТХ-0.9	7	4.8	2.2
	Khuvsgul/	БЗУИ-100 MZ-1500 HP-54 Энержи-60	13.6	12.8	0.8
	Zavkhan	С-240 HP-18-18.654 HP-18-27	12	10.2	1.8
	Tuv	БЗУИ-100 ДТХ ШГ МЗ HP-18-54	25	18.6	6.4
	Govi-Altai	БЗУИ-100 HP-18-54 CLRS-055	16.9	11.3	5.6
	Uvurkhangai	МДЗ-1 БЗУИ-100 HP-18-27	6.1	3	3.1
	Bayankhongor	БЗУИ-100 МДЗ-1000	12.7	13.1	
	Dundgovi	ДТХ БЗУИ-100	10.6	9.4	1.2
	Bulgan	БЗУИ-100 ДТХ-0.7	13.2	9.4	3.8
	Khentei	（不明）	14.5	11.8	2.7
	Arkhangai	HP-18-53 БЗУИ-100 ДТХ-0.35 HP-18-27 Энержи-60 КЕ-6.3*1.3	9.7	6	3.7
	Sukhbaatar	DZL-1.4 DZL-0.7	15	11.61	3.39

出典：再生可能エネルギーセンター

ボイラーの規格は、小型と中型の2種類があり、小型は45～75MW、中型は220MWの容量となっている。これらのボイラーは1990年までは工場への熱・蒸気供給にも使用されていた。ボイラー導入時には、工業及び住宅等への熱供給が将来大きく増加することを想定していた。ボイラーの設計効率は70～80%であるが、いずれも1980～1988年頃に設置され、以後整備・メンテナンスがほとんど行われていないこと、熱需要が拡大していないことから、実際には計画容量の30～40%程度の出力となっており、非効率な状況にあると推計される。

スチームボイラーから生産される蒸気圧は1.0～1.4MPaである。全アイマグの平均熱供給量（Average design heat load）は14MW（12 Gcal/h）である。燃料は、ほとんどのボイラーが低品位の褐炭（brown coal）を使用している。

ウ. 暖房の価格

熱供給の料金体系は、表1.2.4-3に示す通りである。地域、用途、供給方式（温水か蒸気か等）によって、課金方法や単価は異なっている。

表1.2.4-3　モンゴルの熱供給料金体系

料金区分		単位	価格（付加価値税含まず）
1. ウランバートル市の熱供給価格			
a. 家庭向け以外の用途	産業＆工業用	Tg/m^3	323
	地下室＆トイレ	Tg/m^2	304
	蒸気	Tg/Gcal	9,493
	産業用温水	Tg/month	646
	産業用熱水	Tg/Gcal	9,493
	Measured heat	Tg/Gcal	20,886
	寄宿寮	Tg/m^2	304
	外国人用アパート	Tg/m^2	458
b. 家庭向け	アパート	Tg/m^2	304
	温水／夏季	Tg/month	1,145
	温水／夏季以外	Tg/month	1,718
	Measured heat	Tg/Gcal	7,035
	暖房用温水	Tg/Gcal	8,771
2. ダルハン・ウル県における熱供給価格			
a. 家庭向け以外の用途	産業＆工業用	Tg/m^3	298
	地下室＆トイレ	Tg/m^2	283
	蒸気	Tg/Gcal	8,196
	産業用温水	Tg/month	2,805
		Tg/t	933
		Tg/Gcal	6,114
	産業用熱水	Tg/Gcal	8,196
	Measured heat	Tg/Gcal	16,600
	チェーン店	Tg/m^3	298
	復水	Tg/Gcal	807
	蒸気 0.8～1.3Mpa	Tg/Gcal	16,270
	蒸気 2.0Mpa	Tg/Gcal	16,780
	寄宿寮	Tg/m^2	283
b. 家庭向け	アパート	Tg/m^2	304
	暖房用温水/オープンシステム	Tg/month	1,718
	暖房用温水/クローズドシステム	Tg/month	1,145
	Measured heat	Tg/Gcal	7,035
3. オルホン県における熱供給価格			
a. 家庭向け以	外国人用アパート	Tg/m^2	396

外の用途	産業＆工業用	Tg/m^3	345
	国営企業	Tg/m^3	312
	地下室＆トイレ	Tg/m^2	283

出典：再生可能エネルギーセンター

モンゴル国内の各アイマグセンターにおける暖房料金及び経年変化を下表に示す。

最も安価なのはトゥブ（Tuv）県の180 Tg/m²、最も高額なのはバヤン・ウルギー（Bayan-Olgii）県の850 Tg/m²で、料金の地域格差が極めて大きい。

表1.2.4-4　アイマグセンターにおける暖房料金（Tg/m^2）

	2007	2008	2009	2010
西部地域平均	282	311	373	433
Bayan-Olgii	400	467	627	850
Govi-Altai	288	339	440	440
Zavkhan	290	300	300	375
Uvs	266	276	312	312
Khovd	164	174	187	187
ハンガイ地域平均	286	305	344	353
Arkhangai	219	222	315	315
Bayankhongor	455	470	457	392
Bulgan	145	164	220	226
Orkhon	217	278	291	334
Ovorkhangai	500	517	600	600
Khovsgol	180	180	180	250
中部地域平均	158	175	206	226
Govisumber	120	140	200	217
Darkhan-Uul	191	262	290	328
Dornogovi	101	101	154	192
Dundgovi	100	125	200	200
Omnogovi	192	192	192	216
Selenge	219	229	231	251
Tov	180	176	177	180
東部地域平均	186	194	236	383
Dornod	220	228	250	273
Sukhbaatar	207	207	207	231
Khentii	130	148	250	646
ウランバートル	210	237	292	334

出典：「Mongolian Statistical Yearbook 2010」（2011 年、National Statistical Office of Mongolia）

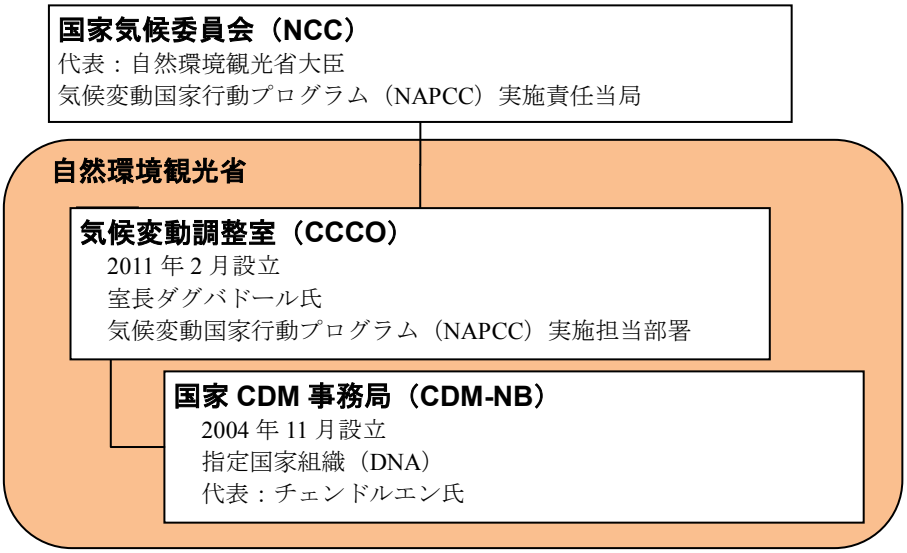
1.3　モンゴルの気候変動政策

1.3.1　気候変動政策を担う機関

モンゴルにおける気候変動政策は、自然環境観光省大臣が代表を務める国家気候委員会（National Climate Committee:NCC）が、国家規模の気候変動関連活動の管理やセクター間の調整等を行っている。

2011年に策定された気候変動国家行動プログラムの実施は、上記委員会の下部組織として自然環境観光省内に同年につくられた気候変動調整室（Climate Change Coordination Office:CCCO）が行うこととなっている。

2004年に設立された国家CDM事務局（CDM National Bureau:CDM-NB）は、上記調整室の下部組織として組み入れられた。



出典：「モンゴル　クリーン開発メカニズム情報」（2011 年、IGES セミナー資料）を一部加工

図1.3.1-1　モンゴルの気候変動政策に関わる組織

1.3.2　気候変動枠組条約及び京都議定書の批准状況

気候変動枠組条約及び京都議定書の批准状況は、表1.3.2-1に示す通りである。

表1.3.2-1　モンゴルの気候変動枠組条約及び京都議定書の批准状況

年	事　項
1992 年 6 月 12 日	気候変動枠組条約に署名した。
1993 年 9 月 30 日	気候変動枠組条約を批准した。
1999 年 12 月 15 日	京都議定書を批准した。所管は自然環境観光省となった。
2004 年 11 月 14 日	国家 CDM 事務局が自然環境観光省内に設立された。
2010 年 6 月 11 日	CDM プロジェクトの承認手続き、評価委員会、持続可能な開発基準が、自然環境観光省内の理事会により改定された。
2010 年 6 月 24 日	国会の承認を受けた新大気法（Law on Air, Revised）に定められている国家 CDM 事務局の監督についても気候変動調整室が委任された。
2011 年 2 月 1 日	上記プログラムの実施担当部署として、自然環境観光省内に気候変動調整室（Climate Change Coordination Office）が設立された。

出典：「IGES　国別 CDM ハンドブック」（2011 年、財団法人地球環境戦略研究機関）の情報を加工

1.3.3　気候変動政策概況

モンゴルでは、2011年1月に「第二次　気候変動に関する国家行動プログラム（National Action Programme on. Climate Change: NAPCC）（2011～2021）」が国会で承認され、ポスト京都議定書を踏まえた政策が展開されつつある。

ア．ポスト京都の政策

2013年以降のいわゆるポスト京都議定書期間におけるモンゴルの気候変動に係る政策は、上記の「気候変動国家行動プログラム（NAPCC）」に基づき実施されることになる。

また、モンゴルは、コペンハーゲン合意に基づき、国内の適切な緩和行動（Nationally Appropriate Mitigation Actions of Developing Country Parties: NAMA）を国連に提出している。

尚、同国においてはこれより先に、2008年に国会で承認されているMDG-based CNDS（Millennium Development Goals-based Comprehensive National Development Strategy）が存在し、同国の持続可能な発展に寄与する形で気候変動への対策も実施されていくことが方針として定まっている。

イ．ポスト京都に対するスタンス

モンゴルは現時点では、ポスト京都議定書の議論において、京都議定書の延長を主張するG77＋中国のような明確な意見表明を行っていない。

現時点では、コペンハーゲン・アコードに基づくNAMAを提出し、またポスト京都おいて有望視されている新メカニズム「二国間オフセット・クレジットメカニズム（BOCM）」について、積極的に取り組む姿勢を見せている。

ウ. 中長期目標

「気候変動国家行動プログラム（NAPCC）」では、表1.3.3-1に示す5つの戦略的目標が掲げられている。また、目標達成年度を2021年と定め、フェーズ1（2011～2016年）、フェーズ2（2017年～2021年）に2段階に区分し、それぞれ実施する内容について表1.3.3-2に示す通り定めている。いずれも具体的な数値目標等については示されていない。

表1.3.3-1 「気候変動国家行動プログラム（NAPCC）」における戦略目標

番号	戦略目標
1	気候変動に関する法律、制度、管理システムの整備
2	適応能力の強化を通じて生態バランスを保ち、社会経済の脆弱性とリスクを段階的に低減
3	環境にやさしい技術の導入と高効率化による GHG 排出量の段階的緩和と低炭素社会づくり
4	国家観測ネットワーク、研究、影響評価の推進
5	公共の啓発、市民・コミュニティの参加を支援

出典：「IGES New Market Mechanism and MRV Workshop 資料 ENVIRONMENTAL AND CLIMATE CHANGE GOVERNANCE AND LOW CARBON POLICY IN MONGOLIA」（2011 年、Damdin Dagvadorj, PhD）

表1.3.3-2 「モンゴル気候変動国家プログラム（NAPCC）」におけるフェーズ区分

フェーズ	実施内容
フェーズ 1（2011 年～2016 年）	緩和行動・適応能力の強化、法律制度・管理システムの整備、地域及び住民の参加
フェーズ 2（2017 年～2021 年）	適応策の実施、緩和行動の開始

出典：「IGES New Market Mechanism and MRV Workshop 資料 ENVIRONMENTAL AND CLIMATE CHANGE GOVERNANCE AND LOW CARBON POLICY IN MONGOLIA」（2011 年、Damdin Dagvadorj, PhD）

1.3.4 GHG排出量

ア. インベントリ作成及び国別報告書の公表状況

モンゴルでは、1990～1998年の間のGHG排出量を算出して、国内のインベントリとしてまとめ、2001年に第1回国別報告書としてUNFCCCに提出した。この時には、国レベルの排出係数は算定しなかった。

その後、主な産業において重大な構造変化が起き、また、データ収集システムや処理方法も大きく変化した。そこで、2010年に新たなデータに基づく第2回国別報告書を提出し、その中で1990～1998年の排出量についても再計算を行った。第2回国別報告書におけるGHG排出量の算出方法は下表の通りである。

表1.3.4-1　第2回国別報告書におけるGHG排出量の算出方法

部　門	第 1 回国別報告書（2001）	第 2 回国別報告書（2010）
全セクター	- Calculation of GHG emissions for the period 1990-1998	- Recalculation of GHG emissions for the period 1990-1998 - New calculation of GHG emissions for the period 1999-2006
エネルギー	- CO_2, CH_4, N_2O, NO_X, CO emissions from fuel combustion by Reference Approach - Fugitive emissions from sold fuels	- CO_2, CH_4, N_2O, NO_X, CO, NMVOC and SO_2 emissions from fuel combustion by Reference Approach - CO_2, CH_4, N_2O, NO_X, CO, NMVOC and SO_2 emissions from fuel combustion by Sectoral Approach - Comparison of these 2 approaches - Fugitive emissions from sold fuels
産業	- CO_2 emissions from cement and lime	- Calculation of CO_2 and SO_2 emissions from cement and lime - NMVOC emissions from Food and drink production - Emissions from consumption of Halocarbons (HFCs)
農業	- CH_4 emissions from livestock - Default emission factors with some assumptions (Tier 1)	- CH_4 emissions from livestock - Country specific emission factors for enteric fermentation of domestic animals (Tier 2) - CH_4, CO and NOX emissions from the burning of agricultural residues - N_2O emissions from Cultivation of soils
土地利用変化及び林業	- CO_2 emissions from Changes in Forest and Other Woody Biomass Stocks - CO_2 emissions from Forest and Grassland Conversion - CO_2 removals from Abandonment of Managed Lands	- CO_2 emissions from Changes in Forest and Other Woody Biomass Stocks - CO_2 emissions from Forest and Grassland Conversion - CO_2 removals from Abandonment of Managed Lands
廃棄物	- CH_4 emissions from Solid Waste Disposal on Land	- CH_4 emissions from Solid Waste Disposal on Land - CH_4 emissions from Wastewater treatment - Country specific emission coefficients

出典：「The 7th Workshop on GHG Inventories in Asia （WGIA7） 7-10 July 2009, Seoul, Republic of Korea Review of GHG Inventory Preparation in Mongolia」（2009 年、Dr. DORJPUREV JARGAL, EEC Mongolia）

イ．第2回国別報告書の内容

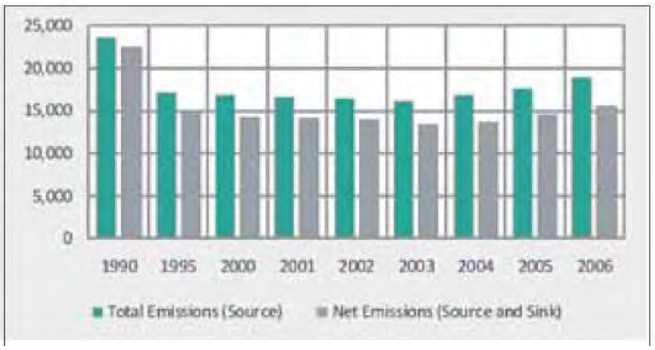
第2回国別報告書の目次構成は下表の通りである。

表1.3.4-2　第2回国別報告書の目次

Chapter 1.	Executive Summary
Chapter 2.	National Circumstances
Chapter 3.	Greenhouse Gas Inventory
Chapter 4.	Policies And Measures
Chapter 5.	Projections Of Greenhouse Gase Emissions
Chapter 6.	Climate Change, Impact Assessment,Adaptation Options
Chapter 7	Financial Resources And Technology Transfer
Chapter 8.	Research And Systematic Observation
Chapter 9.	Education, Training And Public Awareness
Annexes.	Brief Descriptions Of Potential Projects

出典：「Mongolia Second National Communication」
（2010 年、モンゴル自然環境観光省）

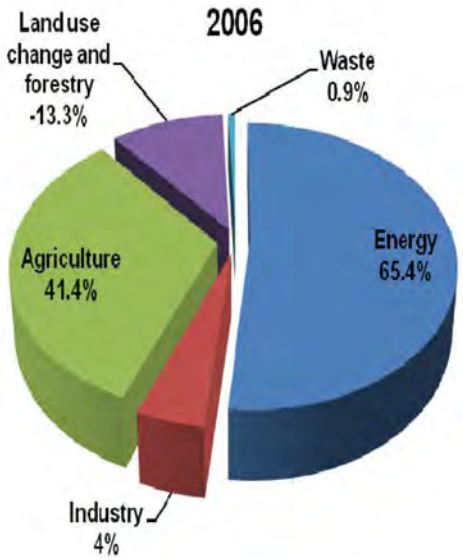
GHGの排出量の推移を見ると、総排出量、ネット排出量とも2003年に最少となった後、増加に転じている。



出典：「Mongolia Second National Communication」
（2010 年、モンゴル自然環境観光省）

図1.3.4-1　第2回GHG総排出量（緑色）及びネット排出量（灰色）の推移

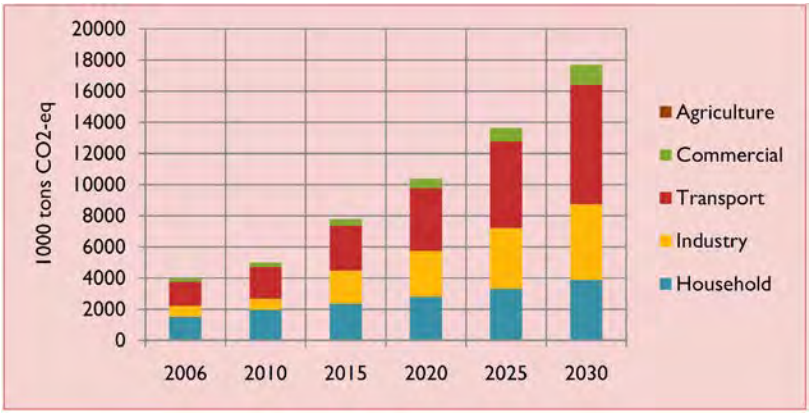
発生源別に見ると、エネルギー分野からの発生量が65%、ついで農業分野からの発生が41%となっている。



出典：「IGES New Market Mechanism and MRV Workshop 資料　GHG Inventory and emission projection from energy sector of Mongolia up to 2030」（2011 年、Dr. DORJPUREV JARGAL）

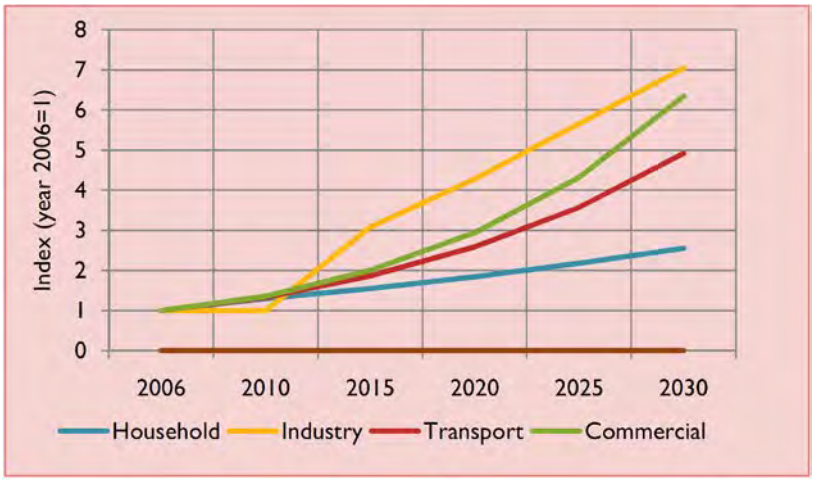
図1.3.4-2　GHGの発生源（1）

今後の排出量は、2006年を基準とすると、2030年までに産業、商業、交通・運輸とも排出量が2006年の5～7倍に増加することが予測されている。家庭からの排出量も2020年には2006年の2倍を超えることが予測されている。



出典：「IGES New Market Mechanism and MRV Workshop 資料　GHG Inventory and emission projection from energy sector of Mongolia up to 2030」（2011 年、Dr. DORJPUREV JARGAL）

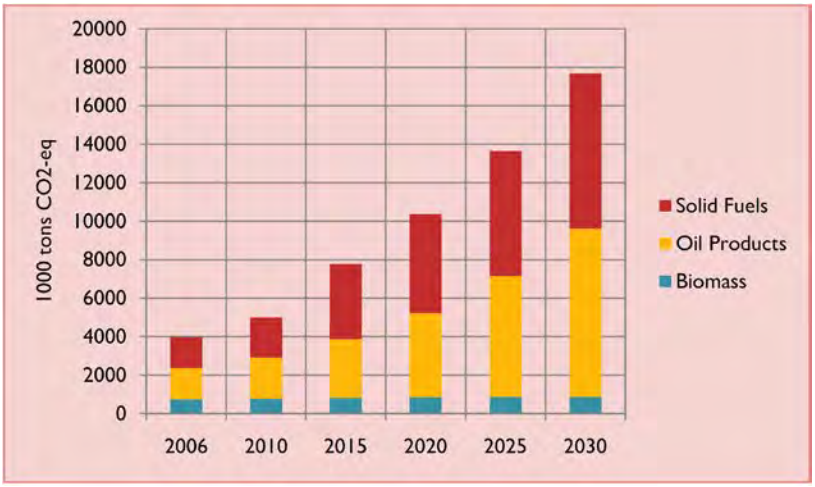
図1.3.4-3　GHG排出量の予測（1）



出典：「IGES New Market Mechanism and MRV Workshop 資料　GHG Inventory and emission projection from energy sector of Mongolia up to 2030」（2011 年、Dr. DORJPUREV JARGAL）

図1.3.4-4　GHG排出量の予測（2）

燃料の種類別に見ると、石炭、石油とも大きく使用量が増加することが予測されている。



出典：「IGES New Market Mechanism and MRV Workshop 資料　GHG Inventory and emission projection from energy sector of Mongolia up to 2030」（2011 年、Dr. DORJPUREV JARGAL）

図1.3.4-5　GHGの発生源（2）

1.3.5　CDMの状況

ア．CDM承認基準

モンゴルにおいてCDMプロジェクトが承認されるためには、下図に挙げるモンゴルの持続可能な開発における開発基準の各セクションにおいてゼロ以上のポイントをあげることが必要である。

ひとつのセクションにおけるポイントがゼロを下回った場合、直ちに負の影響の可能性を取り除き、全てのセクションにおいてゼロまたは正の影響が得られることになった後、承認書（LOA）が得られる。

№	接続可能な開発基準
1	**環境における影響**
	世界的な気候変動への影響
	地域の自然資源の持続可能な管理への貢献
	大気汚染の削減への貢献
	自然と環境のバランスの保存への貢献
	その他外部環境の恩恵
2	**社会における影響**
	地域住民の健康と感情転移への影響
	雇用創造による貧困削減への貢献
	地域住民の環境保護教育への貢献
3	**経済と技術における影響**
	資源の効率的で生産的な活用
	モンゴルへのノウハウ・技術移転
	インフラ整備
4	**プロジェクトの実現可能性と採算性**
	国際的な要求と需要
	投資者にとって魅力的であること
	中央・地元政府の支援
	十分なインフラと人的資源
	プロジェクトの持続可能な期間

評価点	影響力
+3	大（好影響）
+2	中（好影響）
+1	小（好影響）
0	どちらでもない（影響力なし）
- 1	小（悪影響）
- 2	中（悪影響）
- 3	大（悪影響）

一般的な適格性条件

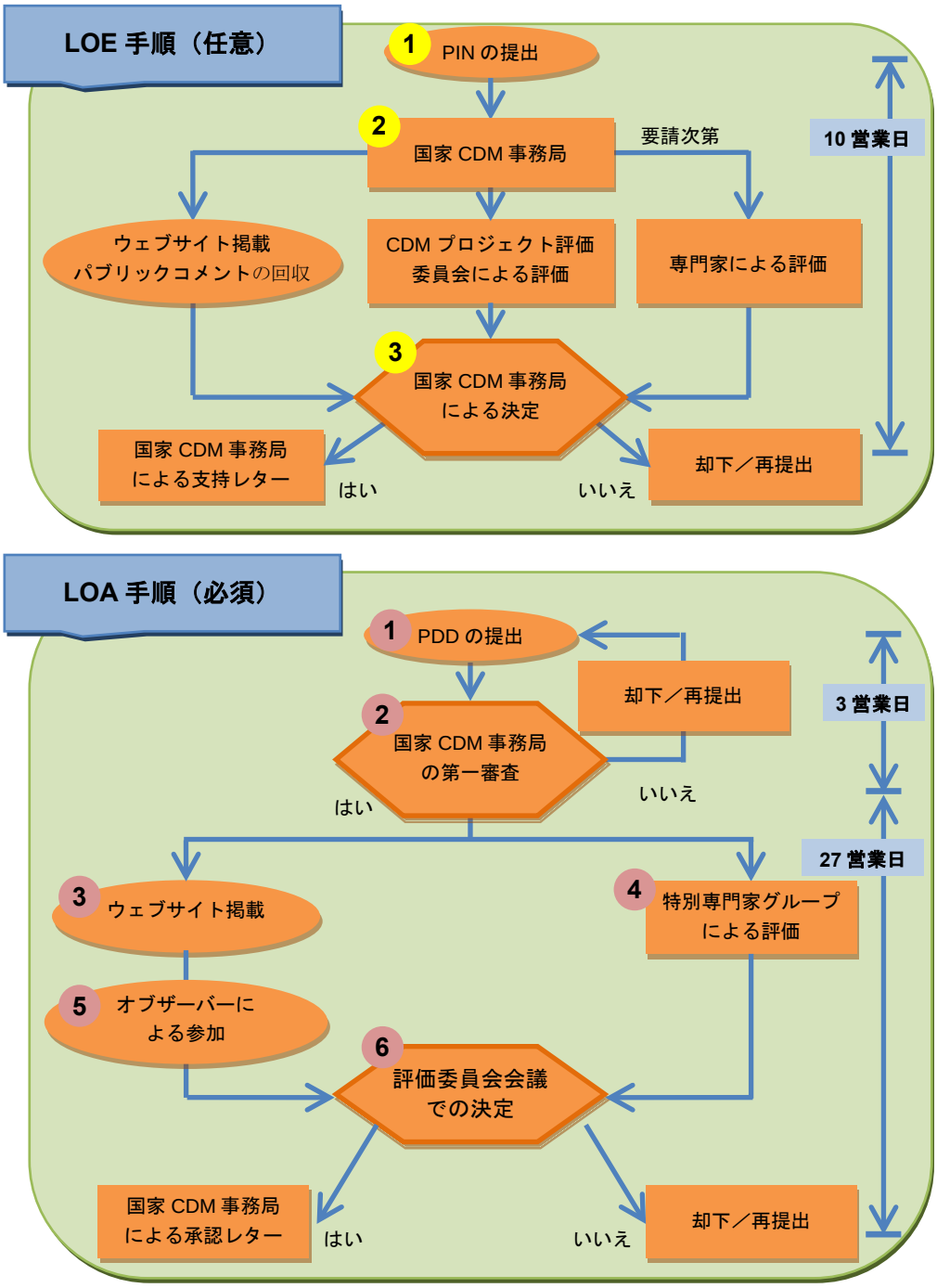
1. モンゴル法規において、CDM プロジェクトとして適格であるためにはプロジェクト資金は ODA の流用であってはならない、と義務付けられている。
2. プロジェクトはモンゴル法規を遵守し、また国家開発計画・プログラムと調和していなくてはならない。
3. プロジェクトは環境にやさしい技術・手法を用いなくてならない。

一般的な適格性条件を満たしているプロジェクトは次に、持続可能な開発基準によって評価される。各セクションで 0 点以上の評価点をつけられたプロジェクトに承認レターが発行される。

出典：「IGES　国別 CDM ハンドブック」（2011 年 7 月、IGES）

図1.3.5-1　モンゴルの持続可能な開発における開発基準

プロジェクトの評価は、図1.3.5-2に示す承認手続きに従って行われる。



出典：「IGES　国別 CDM ハンドブック」（2011 年 7 月、IGES）

図1.3.5-2　モンゴルのCDMプロジェクト承認手続き

イ．プロジェクト

下表に示すように、登録済みプロジェクトが3件あり、そのうち2件で既にクレジットが合計15,306 CER発行されている。この他に、LOA発行済みのプロジェクトが3件ある。

尚、現在、ホスト国の承認手続き中のプロジェクトはない。

表1.3.5-1　LOA発行済みプロジェクト

分野	プロジェクト	現在の状況	関係機関	年間削減量	登録	承認
水力発電	12MWDurgun Hydropower project in Mongolia	14,468 CERs 発行済（2008 年 11 月～2010 年 5 月）	日本 三菱 UFJ 証券㈱	30,400 $tonCO_2$	●	●
水力発電	12MW Taishir Hydropower peoject in Mongolia	838 CERs 発行済（2008 年 11 月～2010 年 5 月）	日本 三菱 UFJ 証券㈱	29,600$tonCO_2$	●	●
風力発電	Salkhit wind park （50MW）	PDD ドラフト 有効化審査中	－	180,000 $tonCO_2$	－	●
水力発電	Maikhan small hydropower project in Mongolia （12MW）	PDD ドラフト 投資者を募集中	－	36,377 $tonCO_2$	－	●
ペレット製造	Pellet and briquette plant in Mongolia	PDD 作成中 ERPA 署名 投資者を募集中	ドイツ	19,436 $tonCO_2$	－	●
暖房効率改善	A Retrofit program for decentralised heating stations in Mongolia	登録済み 但し、事業不能	ドイツ Prokon Nord Energiesysteme GmbH, Leer/	12,000 $tonCO_2$	●	●

出典：「モンゴル CDM 事務局　Web サイト」（20111 年 11 月現在、モンゴル CDM 事務局）

表1.3.5-2　LOE発行済みプロジェクト

分野	プロジェクト	LOE 発行	年間削減量	現状
建築省エネ	Energy efficiency rehabilitation for pre-cast panel buildings	2009.09.18	100,000～110,000 $tonCO_2$	PDD drafting
発電所改善	Reconstruction boilers in Power Plants of Darkhan and Erdenet cities	2009.09.18	32,000～33,000 $tonCO_2$	PIN
再生エネ利用促進	Replacement of coal and wood fired heating by renewable heating system	2009.09.18	15,445 $tonCO_2$	PIN
風力発電	Oyu tolgoi wind power project (250MW Khanbogd high power wind farm)*	2009.11.19	1,412 $tonCO_2$	PDD drafting
バイオガス	WGGE-waste gas to green energy	2009.11.24	28,500 $tonCO_2$	PDD drafting
バイオガス	Biogas Plant Project in Mongolia	2010.01.18	2,312 $tonCO_2$	PIN
風力発電	Sainshand wind farm project	2010.01.18	174,000 $tonCO_2$	PIN
地域暖房	Community based heating supply in rural remote areas of Mongolia	2010.02.18	17,000～23,000 $tonCO_2$	PDD
エネルギー効率	Energy conservation and emission reduction from poor households	2010.04.08	75,000～95,000 $tonCO_2$	PDD drafting
バイオガス	Project of generating energy from garbage treatment	2010.10.01	459,000 $tonCO_2$	PIN
建築省エネ	Building Energy Efficiency MON/09/301 Project	2011.01.07	63,000 $tonCO_2$	PIN

出典：「モンゴル CDM 事務局　Web サイト」（20111 年 11 月現在、モンゴル CDM 事務局）

表1.3.5-3　LOE発効前でPIN作成済みのプロジェクト

分野	プロジェクト	年間削減量	必要投資額合計	現状
暖房効率	Improvement of heating systems in urban centers of Mongolia	30,000 tonCO_2	47.7 million US$	PIN
産業省エネ	Energy conservation with utilization of active mineral additives (pozzolans) in Cement production	30,000 tonCO_2	0.6～0.8 million US$	PIN
暖房効率	Energy conservation with introduction of variable speed drive pumps for heating distribution in Ulaanbaatar	30,000 tonCO_2	6.5 million US$	PIN
地熱利用	Mass replacement of gers and yurts by affordable passive housing (Geothermal heating supply in ger district)	99,600 tonCO_2	175,0 million US$	PIN
地熱利用	Geothermal Project in Khangai region of Mongolia	50,000 tonCO_2	14.0 million US$	PIN
産業省エネ	Reduction of CO_2 while introducing the Ladle Refining furnace in Darkhan metallurgical plant of Mongolia	30,000 tonCO_2	3.2～3.5 million US$	PIN
バイオガス	Biogas (chicken and cow farm) project	30,000 tonCO_2	1,72 million US$	PIN
風力発電	Produce renewable energy using windpower	180,000 tonCO_2	67,2 million US$	PIN
ペレット製造	Biofuel (pellet plant) project	15,200 tonCO_2	0,45 million US$	PDD drafting

出典：「モンゴル CDM 事務局　Web サイト」（20111 年 11 月現在、モンゴル CDM 事務局）

表1.3.5-4　その他の検討段階のプロジェクト

分野	プロジェクト	提案者	提案受付
風力発電	Choir Wind Farm Project	Aydiner Global LLC	2011.04.07
エネルギー効率	Energy and coal saving for ger households in Ulaanbaatar, Capital City of Mongolia	Energy Authority, Ministry of Mineral Resources and Energy	2010.12.02
バイオガス	Waste Gas To Energy Darkhan	Sharyngol Energy LLC	2010.11.08
ペレット製造	Pellet briquette plant in Mongolia	NTIC Co.,LTD	2010.06.23
地域暖房	Community based Heating Supply in Rural Remote Areas of Mongolia	Ministry of Mineral Resources & Energy	2009.01.20

出典：「モンゴル CDM 事務局　Web サイト」（20111 年 11 月現在、モンゴル CDM 事務局）

1.3.6　NAMA

ア．UNFCCCへのNAMA登録状況

2009 年 12 月 の United Nations Framework Convention for Climate Change（UNFCCC）, COP15、「コペンハーゲン合意（Copenhagen Accord)」を受けて、2010年2月以降、先進国は2020年までの中期削減目標（quantified economy-wide emissions targets for 2020）を、途上国は削減行動（NAMA: Nationally Appropriate Mitigation Actions of Developing Country Parties）を、コペンハーゲン合意の付属文書として、それぞれ条約事務局へ提出・公表し、各国がその実現に向けて努力することとなった。

2011年11月22日現在、UNFCCCのサイトには44カ国のNAMAが登録されている。

イ．モンゴルのNAMAの概要

モンゴルのNAMAの内容は、次表の通りで、モンゴル国内の課題及び可能性を踏まえて、実現可能と考えられる排出量削減プロジェクトを列挙（short-list）している。

すなわち、地中熱利用ヒートポンプと太陽光発電を導入しようとする本事業は、モンゴルのNAMAの「1.再生可能エネルギーの拡大」、「3.ボイラーの効率改善」、「6.暖房への電力使用の拡大」「7.建築：建築のエネルギー効率改善」の最大4つに合致する極めて合理性の高いものである。

尚、事業量、削減量、全体の削減目標については触れられていない。

表1.3.6-1　モンゴルのNAMAの構成

分野・テーマ	プロジェクト内容
1. エネルギー供給：再生可能エネルギーの拡大	a. 太陽光発電及び太陽熱利用
	b. 単体の風力発電及びウィンドファーム
	c. 水力発電
2. エネルギー供給：石炭燃料の品質改善	a. 石炭選鉱
	b. 煉炭製造
3. エネルギー供給：ボイラーの効率改善	a. 既存の熱供給用ボイラーの効率改善及び高効率ボイラーの新規導入
	b. 温水供給ボイラーから小規模熱供給プラントへの転換
4. エネルギー供給：家庭用ストーブの品質改善	a. 家庭用ストーブと炉の燃料変更
	b. 既存の家庭用ストーブと炉の近代化及び最新の設計実施
5. エネルギー供給：熱供給も行っている発電所の効率改善	発電所の効率改善、所内利用の縮減
6. エネルギー供給：暖房への電力使用の拡大	都市における戸建住宅における系統からの電力使用拡大
7. 建築：建築のエネルギー効率改善	a. ビル建築物における地域暖房の効率改善
	b. アパートにおける熱温水メーターの導入
	c. 既存ビル建築物の漏電を減らすこと及び新築ビル建築物に対するエネルギー効率基準の策定
	d. ビル建築物における照明の効率改善
8. 産業：産業分野のエネルギー効率改善	a. 家庭内での省エネ行動の普及
	b. モーター駆動力の改善
	c. セメント製造業における乾燥手順の導入
9. 交通・運輸	燃費の良い自動車の導入
10. 農業	a. 各タイプの動物（特に牛）の生産性を増加させることにより、家畜の総数の増加を制限
11. 林業	a. 森林管理の改善
	b. 森林破壊と森林劣化からの GHG 放出を削減し、森林の持続可能な管理を改善し、モンゴルの森林分野の森林炭素ストックを増強

出典：「Copenhagen Accord APPENDIX II Mongolia: Nationally appropriate mitigation actions of developing country Parties」（2011 年、モンゴル自然環境観光省）

1.3.7　新メカニズム及び二国間オフセット・クレジット制度に対する方針

2011年10月の自然環境観光省ヒアリングにおいて、同省の以下のような方針を確認した。[3]

✓　二国間オフセット・クレジット制度は、日本との間で検討を開始したところであり、現在他の国との検討は行っていない。

3　2011 年 10 月 14 日自然環境観光省の Tsendsuren 氏、他ヒアリング。

- ✓ 現時点では二国間オフセット・クレジット制度がはっきりしないので、本事業が二国間オフセット・クレジット制度として適格であるかどうかについての判断は困難である。CDMとしては適格と考えられる。
- ✓ 現在公表しているモンゴルのNAMAは、出来そうな事業を洗いだして作成したもので、公表以後も、各種の状況変化が起きており、今後も内容を適宜更新していくものと考えている。従って、現在のNAMAにぴったり該当するプロジェクトでなくても、将来NAMAに含めることは可能である。
- ✓ NAMAは基本的にすべて支援NAMAで考えている。すなわち、自国の資金のみで行うactionはないとの考えである。
- ✓ 2国間メカニズムでクレジットが発行された場合、ホスト国として取り分を要求するかどうかについては決めていない。

尚、2011年11月にIGESと自然環境観光省が主催し、ウランバートルで開催された「新メカニズム（BOCM）に関するワークショップ」において、モンゴル自然環境観光省は、二国間オフセット・クレジット制度の完成までに実施するべきことを以下の通り列挙した。尚、これらの作業に係る具体的なスケジュールは明らかにされていない。

- ✓ NAMAとリンクしたプログラム、政策の策定。
- ✓ GHG排出削減の政策及び、又はプログラムを含んだ活動や方策の策定。
- ✓ 排出削減量を算定するためのBAU（Business As Usual）とNAMA排出量を確定。
- ✓ 費用便益分析の開発を行い、実施するべきプロジェクトを専門家の意見を聞いて決める。

1.4 モンゴルの環境問題の現状と政策

1.4.1 環境政策を担う機関

モンゴルにおいて、環境政策は、自然環境観光省及び各自治体（アイマグ・特別市・ソム）の環境部局が政策立案及びその実施に当っている。

1.4.2 環境政策概況

モンゴルにおいて重要な課題とされている環境問題には、以下のようなものが挙げられる。

- ✓ ウランバートルへの人口集中と生活スタイルの変化による首都ウランバートルの煙害（冬季）と排気ガス（燃料としての褐炭の利用、急激なモータリゼーション・車両の整備不足）
- ✓ 気候変動・降水量減少・生活スタイルの変化、過放牧等による砂漠化、土壌劣化、永久凍土溶解、森林破壊、（黄砂）等
- ✓ 鉱物資源採掘・加工に関する汚染・公害等
- ✓ 軽工業による水質汚濁

✓ ウランバートルへの人口集中と生活スタイルの変化による首都ウランバートルのごみ処理・下水処理の不足、プラスチック汚染、水不足・水質汚濁

こうした課題に対応するため、次表に挙げるような環境関連法が整備されている。

表1.4.2-1　モンゴルの主な環境関連法

法律の名称	制定年
The Constitution of Mongolia	1992
Law on Environmental Protection	1995, revised in 2006 and 2008
Law of Land	Jun 2002
Law on Land Cadastre and Mapping	Dec 1999
Law on Land Fees	Apr 1997
Law on Land Possession	Jun 2002
Law on implementation of regulations related to Land Possession Law	Jun 2002
Law on Geodesy and Cartography	Oct 1997
Law on Special Protected Areas	Nov 1994
Law on Buffer Zones	Oct 1997
Law on Water	Apr 2004
Law on Water and Mineral Water Resource Fee	May 1995
Law on Forests	Mar 1995
Law on Fees for Timber and Fuelwood Harvesting	May 1995
Law on Prevention of Steppe and Forest Fires	May 1996
Law on Reinvestment of Natural Resource Use Fees for Conservation	Jan 2000
Law on Natural Plants	Apr 1995
Law on Natural Plant Use Fees	May 1995
Law on Protection of Plants	Mar 1996
Law on Hunting	2000, 2003
Law on Fauna	2000
Law on regulation of export and import of endangered species of flora and fauna	Nov 2002
Law on Hunting Reserve Use Payments and on Hunting and Trapping Authorization Fees	May 1995
Law on Underground Resources	Dec1994
Law on Minerals	1997, revised in 2006
Petroleum Law	1991
Law on Air	Mar 1995
Law on Hydrometeorology	Nov 1997
Law on Protection from Toxic Chemicals	Apr 1995
Law on Environmental Impact Assessment	1998, revised in 2002
Law on Tourism	1998
Law on Solid Waste	Nov 2003
Law on prohibiting export and transportation of Hazardous Waste	Nov 2000

出典：「 INSTITUTIONAL STRUCTURES FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN MONGOLIA STRENGTHENING ENVIRONMENTAL GOVERNANCE IN MONGOLIA （UNDP Project: MＯN/07/104 http://www.undp.mn/publications/Env_Gov_%20Final_Report.pdf）

2011年9月14日（水）、モンゴルにおいて、日本国環境省とモンゴル自然環境観光省との間で「第6回　日本・モンゴル環境政策対話」が開催され、今後、以下に挙げるような課題に関し、両国間の協力を更に推進していくことについて合意した。

表1.4.2-2　第6回日本・モンゴル環境政策対話における主な議論

項　目	内　　容
気候変動対策	モンゴルにおける気候変動関係のプロジェクト（**二国間オフセット・クレジットメカニズムに係る人材育成支援や実現可能性調査、早期観測ネットワーク事業など**）について、両省間で協力して推進することについて合意した。また、日本側から、国際交渉における我が国の立場を説明した。
エコツーリズム	モンゴル側から、これまでのエコツーリズム協力を継続・発展させていきたい旨の提案があり、今後両省間で、さらなる具体的な事業内容を決定し、実施することで合意した。
自然保護対策	(1) 保護地区管理 今後、保護地区に関する管理について情報交換を行うことで合意した。 (2) 高病原性鳥インフルエンザについての情報交換 渡り鳥の高病原性鳥インフルエンザの対策と現状について情報交換を行い、引き続き、迅速な情報共有を進めていくことで合意した。 (3) 砂漠化への対処 現在モンゴルにおいて実施している砂漠化対処に向けた事業及び本年10月の砂漠化対処条約 COP10 におけるサイドイベントについて、両者間で引き続き協力して実施することに合意した。 (4) 生物多様性条約 COP10 のフォローアップ モンゴル側から、名古屋議定書の国内準備状況及び愛知目標に達成に向けた計画策定状況について説明がなされ、日本側から、モンゴルが活用可能な支援枠組みに関する情報を提供した。また、日本側からは、アジア国立公園会議準備会合への参加を要請し、モンゴル側からも同意を得た。
排水対策	モンゴル側から、生活排水対策についての協力依頼があり、今後どのような協力があり得るか検討を行うことで合意した。
大気汚染対策（特にアスベスト対策）	日本側から、アスベストにより引き起こされる問題の可能性について説明し、モンゴルにおけるアスベスト対策に関する協力の可能性について検討することで合意した。
水銀対策	日本側から、世界的な水銀対策強化のための国際交渉への参加を呼びかけ、モンゴル側から、今後は積極的に参画したい旨説明があった。

出典：「環境省報道発表資料　平成 23 年 9 月 20 日」（http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=14221）

1.4.3　ウランバートル市中心市街地における大気汚染の状況と対策

ウランバートル市内には5箇所の大気モニタリングポイントが設置されている。測定項目は二酸化硫黄、二酸化窒素、一酸化炭素及び浮遊粒子状物質（PM10）である[4]。

表1.4.3-1　ウランバートル市内の大気モニタリングポイント

略称	設置地点
UB-1	Submicrodistrict 3 in Han-Uul district
UB-2	Western Crossroad in Bayangol district
UB-3	Microdistrict 1 in Songinohairhan district
UB-4	Microdistrict 13 in Bayanzurh district
UB-5	Road Ring 32 in Suhbaatar district

出典：「The Millennium Development Goals Implementation, Third National Report」（2009 年、National Development and Innovation Committee）

一酸化炭素はUB-1、UB-2、UB-5で自動測定されており、2008年の毎月の濃度の平均値は1,480～11,968 μg/m^3（環境基準は10,000 μg/m^3）である。毎月の観測値の13.8% が環境基準を超えている。

4　出典：「The Millennium Development Goals Implementation, Third National Report」（2009 年、National Development and Innovation Committee）

二酸化硫黄の年間平均値は19 μg/m³（環境基準10 μg/m³）で、二酸化硫黄についても環境基準を超えている。

二酸化窒素の日平均値（環境基準40 μg/m³）は20～39 μg/m³で、ほぼ基準値を満足しているが、最高値は80 μg/m³と高く、毎月の観測値の30.5%は、基準値を超過していた。

UB 1とUB 5で計測している浮遊粒子状物質（環境基準100μg/m³）の観測値の最高値は2,930 μg/m³で、毎月の観測値の63.6%が基準値を超過していた。

2007年には、大気質の環境基準MNS4585が更新され、発電所・熱供給施設のボイラーの排気に含まれる汚染物質の濃度と、その他の化学物質に関する基準が更新された。

2008年には、大気汚染対策の実施能力を高めるため、120億Tgの事業費が割り当てられた。

しかし、先に見たように、ウランバートルをはじめとするモンゴル国内大都市の大気汚染物質濃度は環境基準を超えており、国民の健康への影響が懸念されている。

ウランバートル市の大気汚染の中心的な汚染源は、ゲル地区の住宅で使用される暖房・調理用燃料からの煙であることから、排煙が少なく燃焼効率の高いコークスの生産と供給が大気汚染対策として重視されており、JICAや民間企業等の参加により工場の建設、研究開発、生産促進のための事業所所得税軽減などが行われている。しかし、コークスは通常の石炭より加工分が高価になるため、必ずしも需要を喚起できないようである。また、夜間の暖房に電熱器を使用できるようにするため、ゲル地区の未接続住宅を配電網に接続する工事が進められている。

大気汚染に対する自動車排気ガスの影響が大きいことから、モンゴルでは2000 年からエコ燃料としてロシアおよび中国から輸入される液化石油ガス（LPG）を生活や産業分野に導入・使用している。また、ウランバートル市の車両の過半数を占めるディーゼル車及びガソリン車を液化石油ガス車に置き換える政策が採られている。

液化石油ガスの輸入量は、2005年の2,200tから2007年には6,000tに大きく増加した。

液化石油ガス燃料の消費者数は、2007年時点でウランバートル市に7,600人、その他の地域に18,000人に達している。ウランバートル市内の液化石油ガス車両数は約1,000台で、液化石油ガス燃料を販売しているガソリンスタンドは3箇所存在する。

また、2007年に、ハイブリッド車の減税、経年数の長い車両への増税などの制度がつくられた。また、液化石油ガス及びその燃焼機関の輸入に対する関税を免除した他、国内生産に向けた活動を開始した。

表1.4.3-2　ウランバートル市の発電所で消費される石炭量及び
大気中に放出される汚染物質量（単位ton/年）

	第 2 発電所	第 3 発電所	第 4 発電所	合計
2006 年の石炭消費量	181,800.0	888,000.0	2,434,349.0	3,504,149.0
灰の発生量	31,815.0	157,562.0	227,649.9	417,026.9
窒素酸化物 NOx	1,313.9	6,418.0	9,681.2	17,413.1
二酸化硫黄 SO_2	1,277.7	6,241.0	10,579.5	18,098.2
一酸化炭素 CO	180.8	880.0	3,215.4	4,276.2

出典：「The Millennium Development Goals Implementation, Third National Report」
（2009 年、National Development and Innovation Committee）

1.4.4　モンゴルにおける環境影響評価制度

モンゴルには、環境アセスメント法がある。この法律によれば、「産業施設、サービス業の施設の新設、改修、増設、建設工事を行うプロジェクト、天然資源を利用するプロジェクト」が環境アセスメントの要否を判断する「スクリーニング」の対象になっている（環境アセスメント法4.1条）。従って、本事業はスクリーニングの対象になる。

一方、スクリーニングの対象になった案件は、専門家によって環境アセスメントの要否が決められ、要と判断されれば、環境アセスメントの対象となる（環境アセスメント法4.6条）。従って、本事業が環境アセスメントの対象になるかどうかは、専門家の判断次第となっている。

専門家は、国が定めたガイドラインに基づいて判断を下すことになっている（環境アセスメント法4.5条）。しかし、本事業がそのガイドラインに従えばどのような判断が下されうるかについて、自然環境観光省は「事業の詳細が文書で提出されない限り、判断はできない」と述べている。

表1.4.4-1　環境影響評価法におけるスクリーニング対象事業一覧

事業タイプ	スクリーニング実施機関	
	自然環境観光省	アイマグの自然環境部 首都（ウランバートル市）の自然環境部
1. 鉱物資源開発	（略）	（略）
2. 重工業	（略）	（略）
3. 軽工業、食品加工業	（略）	（略）
4. 農業	（略）	（略）
5. インフラ整備事業	- 1MW 以上の発電容量の発電所 - 高圧送電線（35kV 以上）の設置 - 熱供給パイプラインの設置 - 水力発電所 - 鉄道 - 空港 - 国道及び都市間道路整備 - 国及び都市間レベルの通信網整備	- 1 MW 未満の発電容量の発電所 - 送電線（35kV 未満） の設置 - 自治体内の熱供給パイプラインの設置 - 自治体内の道路及び通信網の整備
6. サービス業	（略）	（略）
7. その他: - 都市開発 - 軍備 - 水資源開発・供給 - 廃棄物処理 - 廃棄物埋立て　等	（略）	（略）
8. 生物多様性関係 - 養魚池整備 - 野生生物移植 - 狩猟キャンプ､植林キャンプ設営	（略）	（略）
9. 有害化学物質、放射性物質、有害廃棄物関係	（略）	（略）
10. 特別保護区域内の活動	（略）	（略）

出典：「モンゴル環境影響評価法 The Mongolian Law On Environmental Impact Assessments」（1998 年 1 月 22 日）

1.5　モンゴルの建築の省エネルギーの現状と政策

1.5.1　建築政策を担う機関

モンゴルにおいて、建築政策は道路運輸建設都市計画省（Ministry of Roads, Transportation, Construction and Urban Development）が所管している。

1.5.2　建築の状況

ア．建築種類

モンゴルには、大きく分けて2種類の建築物がある。一つは通常の定置式の建築物で、もう一つは移動式の建築物である。

イ．一般建築

通常の定置式の建築物は、移動式の建築物とは異なり、電力、上下水道、電話等のインフラが具備されている。本報告書の以降の説明では、特に断らない限り、建築物と言えばこの通常の定置式の建築物を指すものとする。

ウ．移動式住居

移動式の建築物は主に住宅であり、「パオ」と呼ばれることもあるが、モンゴルでは一般的に「ゲル」と呼ばれている。遊牧生活を営む人々は季節によって住む場所を変える。このため、このような移動式の住宅が発達した。ゲルは木材の骨組みと、布でできた外壁により成り立つ。もちろん、電力、上下水道、電話等のインフラは、一般的に具備されていない。トイレ、洗面所、浴室、キッチン等の水回りももちろんない。

これらの住宅では、その生活が質素極まりないものであることから、エネルギーの利用は最小限に抑えられている。このため、省エネポテンシャルは低いか、もしくは石炭ストーブを省エネタイプのものに交換することで省エネを図ることができる。石炭ストーブはウランバートルのような大都市における大気汚染の原因となっているため、石炭ストーブのクリーン化が政府により進められている。また遊牧民に対しては、蓄電池付の太陽光発電の導入等が政府により進められている。

尚、移動式の建築物は、建設現場等で仮設建築物としても大いに利用されている。また、都市の中で、貧しくて定置式の建築物に住まうことができない人々が、「ゲル地域」を形成している場合もある。ウランバートルではゲル地域に住んでいる人が半数以上いるとも言われている。

エ．構造、階数

定置式の建築物の構造は、木造か、鉄筋コンクリート造と組石造の組み合わせである。階数は5階程度までが一般的であるが、都市では10階程度の建築物も珍しくはない。

オ. 外壁構造、断熱状況、建具構造

木造の建築物は古い建築物に多い。しかし、モンゴルには森林資源があまりないので、木造の建築物は少ない。通常は、丸太を縦に並べて、その上に塗り壁を行って外壁を構築する。断熱材は通常使用されていない。屋根はトタン板（金属板）である。

鉄筋コンクリート造と組石造の組み合わせでは、柱、梁、床だけは現場打ちの鉄筋コンクリートで構築し、外壁は煉瓦やコンクリートブロックを用いて組石造にする方式が多い。バリエーションとしては、床を木造あるいはプレキャストコンクリートにする場合や、外壁を現場打ちコンクリートにする場合もある。外壁の厚さは通常65cm以上を確保することになっている。これは熱を遮断することが目的であるが、古い建築物では断熱材は通常使用されておらず、コンクリートや煉瓦だけでその厚さを確保している。

モンゴルの建築物の建具（窓）は極めて画一的である。特に古い建築物では、1.5m四方程度のポツ窓形式が圧倒的に多い。ポツ窓は熱ロスを防ぐ意味がある。建具は一般に二重サッシになっており、材質は金属製以外に断熱性の高い木製も使われている。

写真1.5.2-1　廃墟となっている木造の建築物

（丸太を縦に並べて、その上に塗り壁を行って外壁を構築していたことが良くわかる。）

写真1.5.2-2　建築中の鉄筋コンクリート建築物

（柱と梁だけが鉄筋コンクリートで、壁は組石造であることが良くわかる。
左の建築物は、外壁の外側に白い断熱材を貼り付けているところ。）

カ. 建築によるエネルギー消費状況

(ⅰ) 暖房方式

モンゴルの建築物では、温水（あるいはまれに蒸気）による暖房と、石炭ストーブによる暖房が行われている。前者は主に規模の大きい建築物で、後者は主に移動式の住宅で使用されている。石炭を買うことのできない貧しい家庭では、古タイヤを燃料にしている場合もある。温水による暖房では、石炭ボイラーで温水を作り、循環ポンプで建築物に温水を供給する。供給された温水は放熱器（ラジエーター）と呼ばれる熱交換器を通過し、部屋を暖めている。日本で温水による暖房をする場合は、空調機、ファンコイルユニット、ファンコンベクターによる暖房が主流である。これらはいずれも温水による熱を温風に変換して暖房する。しかし、日本でも寒冷地へ行くと、モンゴル同様に放熱器による暖房も多い。放熱器による暖房は、欧州や旧ソ連等の大陸の寒冷地では主流である。この理由は、温風が必ずしも快適ではない（＝寒く感じる）からだ。尚、ウランバートルのような大都市では、ほとんどの建築物が火力発電所からの熱供給を受けている。それ以外の建築物は、小規模な石炭ボイラーを有して暖房を行っている。石炭ボイラーは必ずしも建築物ごとに存在しているわけではなく、複数の建築物をひとまとめにして、1か所のボイラーハウスから温水を供給している例、すなわち地域暖房が多い。

写真1.5.2-3　ラジエーターの例

(ⅱ) 冷房の有無

モンゴルでは、よほど高級な建築物でない限り、冷房は行われていない。確かにモンゴルの夏は、気温が40℃を超えることもあるなど厳しい暑さである。しかし、建築物の中等、一旦日陰に入れば、その暑さはそう過酷ではない。

(ⅲ) 給湯方式

モンゴルで給湯負荷があるのは主に住宅、ホテルである。これらの建築物では、火力発電所からの熱供給を受けているか、それ以外の建築物では小規模な石炭ボイラーを有して給湯を行っている。日本のように毎日入浴をする習慣のないモンゴルでは、給湯負荷はそれほど大きくない。

（ⅳ） 調理方式

日本では都市ガス、プロパンガス、電磁調理器などによって調理をするが、モンゴルではこれらはいずれも一般的ではない。そもそもモンゴルには都市ガスはなく、プロパンガスは一部のレストランで使用されているのみである。モンゴルの住宅での一般的な料理器具は、電気ヒーターもしくは石炭ストーブである。

1.5.3 建築の省エネルギー政策

モンゴルの建築基準（BCNS）は1970年代以降更新されていなかったため、扱っている建築方法は社会主義時代のものであり、現在は使用されていないものとなっていた。さらに、BCNSは700件程もあり、1/3はロシア語、1/3はロシア語からモンゴル語に直訳したもの、残りの1/3がモンゴルの事情に合わせてある程度書き直されたものであった。

そこで、モンゴル政府は、UNDPの支援により、2009年から2012年のプロジェクト期間で、建築省エネルギープロジェクト（the Building Energy Efficiency Project（BEEP））を実施し、住宅・建築からの温室効果ガス排出を抑制するしくみづくりを行っている。

上記プロジェクトの成果として、建築基準法（Construction Norms and Normative Documents: CNND）の体系化と更新が行われた。このうち、省エネルギーに関する法規及びガイドラインは以下のものである。

表1.5.3-1 モンゴルにおける建築の省エネルギーに係る法規

位置づけ	番号	英語名称	法令番号
法規	CCM 23-02-09	Building Thermal Performance	Decree No.314, 2009
ガイドライン	CR 23-103-10	Thermal prformance designing for building	Decree No. 235, 2010

1.5.4 建築の省エネルギー基準

CCM 23-02-09の4.5条では、新規建築物及び改修建築物は、下表のAまたはBの基準を満たさなければならないとしている。

2000年以前に建てられた建築物はDまたはEのレベルにあると考えられ、これらの区分を建築物改修の必要性を判定する指標として利用されることを想定している。2011年10月の道路運輸建設都市計画省へのヒアリングによると、国内の各ソムセンターの公共建築物のほとんどは1990年以前に建てられており、断熱性能はDまたはEに該当すると考えられる。

表1.5.4-1　建築物のエネルギー効率のレベル

q_h^{des}（%）	エネルギー効率				
	≦－51	－50≦　≦－10	－9≦　≦5	6≦　≦75	76≦
エネルギー効率レベル	A とても良い	B 良い	C 標準	D 悪い	E 非常に悪い
管轄機関の推奨行動	助成金	助成金	さらなる改善を求める	建築物改修を検討する	早急に断熱工事を行う
				2000年以前に建築された建築物がこれらのレベルに該当する	

注：q_h^{des}（%）[5] ＝（現状の熱消費量－標準熱消費量q_h^{req}）／標準熱消費量q_h^{req}　x　100

1.5.5　建築物における省エネルギー法案

2011年10月のヒアリング調査によると[6]、建築物における省エネルギー配慮を義務付ける法案が国会において審議中となっている。可決された後、公式な法律の公開は2012年4月頃となる見込みである。

法案の主な内容は、「1）建築物における省エネルギー配慮に対する国・地方自治体からの補助金の支出」、「2）省エネルギー基準に達しない場合の違反金の義務付け」、「3）電力使用量の公開」である。

また、同法に基づく設計マニュアルを2011年現在策定中である。同法案が最終的にどのような内容になり、どのような実効性を持つことになるのか、今後注視していく必要がある。

5　CCM 23-02-09 の 5.12 条によると qhreq の値は以下の通り。

Table 9. 建築物の暖房の標準熱消費量（qhreq）Wh/（m^2·℃·day）あるいは（Wh/（m^3·℃·day））

建築物のタイプ	階数					
	1 to 3	4, 5	6, 7	8, 9	10, 11	12 階以上
1. 住宅、ホテル、ホステル	Table 8 参照	23.6 （8.6） 4 階建ての戸建て住宅については Table 8 参照	22.2 （8.1）	21.0 （7.7）	20.0 （7.26）	19.4 （6.9）
2. 下の 3，4，5 以外の公共建築物	1 階建（11.7）； 2 階建（10.6）； 3 階建（10.0）	(8.9)	(8.6)	(8.2)	(7.8)	-
3. 多目的診療所、病院、高齢者施設	1 階建（9.4）； 2 階建（9.2）； 3 階建（8.9）	(8.6)	(8.3)	(8.1)	(7.8)	-
4. 幼稚園、保育所	(12.5)	-	-	-	-	-
5. 公共サービス施設	1 階建（5.8）； 2 階建（6.1）； 3 階建（5.8）	(5.6)	(5.6)	-	-	-
6. 村・町役場、市役所、県庁等	1 階建（10.0）； 2 階建（9.4）； 3 階建（9.2）	(7.5)	(6.7)	(6.1)	(5.6)	(5.6)

Degree-days が 8000 を越える地域では、上表の *qhreq* x 0.95 の値を使用する。（Dd＝Degree-days、=℃・day）

6　2011 年 10 月 14 日　道路運輸建設都市計画省の Tsogt Ayurzana 氏ヒアリング

第2章　プロジェクト計画、モデル設計

2.1　プロジェクト対象建築

本事業は広く建築物全般を対象にすることを原則にしつつ、プロジェクト対象建築物として地方都市の公共建築物、対象省エネ手段・技術として地中熱利用ヒートポンプと太陽光発電を考えている。次項以降より、その選択をするに至った経緯を記す。

2.2　省エネ手段の検討

ここでは、建築物の省エネ手段について可能性を検討し、本プロジェクトの対象建築物、対象技術を絞り込んだ。尚、絞り込みにあたっては、以下の要件を設定した。

- ✓ モンゴルの政策と一致はするが、実際には改善が進んでいない分野であること。すなわち、追加的な削減効果のありそうな分野であること。
- ✓ モンゴルで広く適用が可能であること。すなわち、ポテンシャルの大きい分野であること。
- ✓ カウンターパートである再生可能エネルギーセンターの関心の対象であること。
- ✓ 日本（企業）の技術、製品が活用できる分野であること。
- ✓ 清水建設が保有する建築と土木のハードあるいはソフト技術が活用でき、かつ清水建設の関心の対象であること。
- ✓ 省エネだけでなく、排出削減になること。

以下の、各省エネ手段について検討する。

2.2.1　断熱による省エネの可能性

建築物の断熱性能の強化による省エネ効果は大きい。断熱性能の強化には断熱材の購入と取り付けが必要である。日本の高性能な断熱材をモンゴルへ輸出して、モンゴルで採用できれば、建築物の省エネは飛躍的に進む。

しかし、断熱材の輸出は現実的には不可能である。日本の断熱メーカーの業界団体によれば、日本の断熱材が海外に輸出されている実態はほとんどないとのことである。その理由は、断熱材は重量の割に体積が大きく、価格も安いため、輸送効率が極めて悪いからである。

しかも、高性能な断熱材はモンゴルでは必ずしも必要とされていない。断熱材は高性能でなくても、厚みをかせげば必要な断熱性能を確保できる。モンゴルのような土地が豊富にある国では、日本のように壁の厚さを懸命に切り詰める必要性もない。

従って、断熱による省エネの可能性はあることはあるが、それを二国間オフセット・クレジット制度で実施するには難がある。

2.2.2　暖房における省エネの可能性

モンゴルでは石炭ボイラー、火力発電所からの地域熱供給、石炭ストーブによる暖房が行われている。

まず、大都市における火力発電所からの地域熱供給であるが、規模が大きいだけあって、省エネの可能性は極めて大きい。ただ、本調査では、建築物の省エネを対象にしており、火力発電所の省エネは対象にしていない。火力発電所からの地域熱供給で省エネをするためには、建築物以外の場所、すなわち火力発電所と、地域導管、計量／課金システムでの省エネを図らなければならない。それは一つの大きなテーマであり、本調査で取り扱うテーマではない。

また、石炭ストーブによる暖房は、石炭ストーブの取り換えにより省エネを図ることができる。ストーブの交換は、同時に大気汚染対策にもなろう。石炭ストーブは特に都市における移動式の住宅、地方における住宅で使われており、省エネの可能性は極めて大きい。しかし、この分野では既にモンゴル政府が対策を進めつつあり、同時に清水建設の技術が活かせる分野でもない。このため、本調査での技術対象とはしない。

以上により、石炭ボイラーによる暖房だけを本調査での技術対象とする。石炭ボイラーによる暖房は、地域熱供給が存在しない地方都市の公共建築物で行われている。ボイラーの効率は極めて悪く、改善はほとんど進んでいない。

低効率な石炭ボイラーを省エネ化する方法はいくつかある。以下にその方法を列挙し、本調査の対象技術を絞り込んだ。

- ✓ 低効率な石炭ボイラーを高効率な石炭ボイラーに置き換え：低効率な石炭ボイラーを高効率なものに置き換えることができれば、省エネを図ることができる。しかし、日本には火力発電所向けの大型石炭ボイラーの技術はあるが、建築物暖房用の小型石炭ボイラーの技術は皆無である。日本の建築物で、石炭を燃料にした暖房は一般的ではないからである。
- ✓ 低効率な石炭ボイラーをガスボイラーに置き換え：日本には数多くの建築物暖房用高効率ガスボイラーの技術がある。しかし、ガスの使用はモンゴルで一般的ではない。モンゴルにはガスのインフラがないからである。
- ✓ 低効率な石炭ボイラーをヒートポンプに置き換え：日本には先進的なヒートポンプの技術がある。このため、本調査の対象技術として適切である。

以上により、地方都市の公共建築物で暖房における省エネを図る場合、ヒートポンプの適用が最適である。

2.2.3　冷房における省エネの可能性

モンゴルでは冷房がほとんど行われていない。従って、冷房分野での省エネの可能性はほとんどない。今後モンゴルの経済が発展して冷房が一般化すれば、その可能性も出てくるであろうが、少なくとも現在では可能性はない。

2.2.4　給湯における省エネの可能性

給湯に関しては、暖房と同様である。すなわち、大都市の地域熱供給による給湯、住宅の石炭ストーブによる給湯に関しては、本調査の対象技術にはしない。一方で、地方都市の公共建築物では給湯負荷がほとんどなく、省エネの可能性がない。

地方都市の公共建築物で給湯負荷がほとんどない理由は、そもそも給水設備すらないからである。飲料水は近くの井戸からトラックで運ばれてくる。これを鍋へ入れてコンロで沸かす。これが一般的な地方都市の公共建築物における給湯である。給水設備は冬期に凍結する恐れがあることも、給水設備が普及していない理由の一つであろう。

ちなみに、地方都市の公共建築物では、トイレすらない場合も多い。トイレは屋外に掘った穴の上に小屋を載せた簡易なものが使われている。もちろん、これすらない場合もある。

写真2.2.4-1　井戸施設（セルゲレン村の事例）

写真2.2.4-2　屋外に掘った穴の上に小屋を載せた簡易なトイレ（セルゲレン村の事例）

2.2.5　照明における省エネの可能性

日本では、明るい室内環境が好まれるので、建築物の照明によるエネルギー消費量は大きい。しかし、モンゴルではそれほど高い照度は要求されていない。このため、照明は建築物における大きなエネルギー消費にはなっておらず、省エネの可能性は低い。

2.2.6　換気における省エネの可能性

日本では、建築基準法に所要の換気量を確保する規定があるため、換気設備は必須であり、建築物の換気によるエネルギー消費量は大きい。換気によるエネルギー消費量とは、換気設備そのものによるエネルギー消費量に加え、外気を室内の温熱環境と同等になるまで加熱（あるいは冷却）するのに要するエネルギー消費量も含まれる。しかし、モンゴルではそれほど高い水準の換気は要求されておらず、そもそも換気設備のない建築物が多い。このため、換気は建築物における大きなエネルギー消費にはなっておらず、省エネの可能性は低い。

2.2.7　調理における省エネの可能性

モンゴルの建築物での調理は、電気ヒーターかもしくは石炭ストーブで行われている。この分野は清水建設の技術が活かせる分野ではないため、本調査での技術対象とはしない。

写真2.2.7-1　電気ヒーターの事例

2.2.8　対象技術の選定

これまでの検討を踏まえ、以下に省エネ手段の対象技術について検討した結果を示す。

表2.2.8-1　各種省エネ手段、本事業の対象とするか否かの判断基準、判断の結果

省エネ手段の対象	モンゴルの政策と一致はするが、実際には改善が進んでいない分野であるか	モンゴルで広く適用が可能であるか（ポテンシャルの大きい分野であるか）	カウンターパートである再生可能エネルギーセンターの関心の対象であるか	日本（企業）の技術（製品）が活用できる分野であるか	清水建設が保有するハードあるいはソフト技術が活用でき、かつ清水建設の関心の対象であるか	省エネだけでなく、排出削減になるか	本事業の対象とするか否か
断熱	○	○	×	×	×	○	×
照明	×	×	×	○	○	○	×
換気	×	×	×	○	○	○	×
冷房	×	×	×	○	○	○	×
暖房	○	○	○	○	○	○	○
給湯	○	○	×	○	○	○	×
調理	×	○	×	×	×	○	×

以上により、対象とする省エネ手段は暖房とし、石炭ボイラーをヒートポンプによって改善することを対象技術とする。

2.2.9　対象建築物の選定

以下に対象建築物について検討した結果を示す。

表2.2.9-1　各種建築物、本事業の対象とするか否かの判断基準、判断の結果

場所	種類	主な暖房方式	本事業の対象とするか否か
大都市	公共建築物	地域熱供給	×
	商業建築物	地域熱供給	×
	一般の住宅	地域熱供給	×
	移動式住宅	石炭ストーブ	×
地方都市	公共建築物	石炭ボイラー	○
	住宅	石炭ストーブ	×

当社の技術を活かせるかどうかという観点と、本調査の対象として適切かどうかという観点から選定し、対象建築物は地方都市の公共建築物とした。

2.2.10　ヒートポンプ方式の選定

ヒートポンプには、空気熱源方式、水熱源方式、地中熱源方式の3つの方式がある。但し、空気熱源方式はモンゴルという厳しい気候には適用が不可能である。一般的に、空気熱源方式は外気温度が－20～25℃未満になると運転ができなくなる。これに対してモンゴルの冬は厳しく、最低気温が－40℃になることは珍しくない。これまでの最低気温で－56℃という記録すらある。従って、モンゴルで適用可能なのは、地中熱源方式か、水熱源方式である。但し、冬期に凍結する河川や湖沼のことを考えると、水熱源方式であっても地下水熱源方式くらいしかモンゴルでは適用できないであろう。また、モンゴルは内陸国であり、海はない。従って、モンゴルで適用可能なのは、地下水熱源方式と地中熱源方式、すなわち地中熱利用方式に絞られることになる。

表2.2.10-1　ヒートポンプの適用可否

熱源方式種別		適用可否	備考
空気熱源		不可	
水熱源	河川水熱源	不可	
	湖沼熱源	不可	
	海水熱源	不可	
	地下水熱源	可	地中熱利用方式
地中熱源		可	

2.2.11　ヒートポンプ電源の検討

ヒートポンプの駆動エネルギーは一般に電力である。化石燃料で駆動する吸収式ヒートポンプやガスヒートポンプもあることはあるが、暖房が主体で、冷房排熱を熱回収をする必要もなく、燃料としてのガスのないモンゴルでこれらを適用する意義はない。

一方、モンゴルの電力は、その90%以上が石炭火力由来である。従って、石炭ボイラーをヒートポンプに置き換えて多少の排出削減になったとしても、石炭の消費は継続することになる。

そこで、ヒートポンプ駆動に用いられる電力による排出をオフセットする目的で、太陽光発電を導入することも検討する。太陽光発電所は、ヒートポンプ設置場所の至近に設け、年間を通して発電を行い、系統に発電電力を売電する。その売電量は、ヒートポンプ駆動に必要な年間の電力量に相当する量になるように計画し、蓄電池は設けない計画とする。

尚、風力発電の検討は行わない。その理由は、全国各地の風況データが整っていないことと、風力発電を行うほどの電力需要はないからである。

2.3 プロジェクト計画

本事業では、公共の建築物の暖房システムである石炭ボイラーを地中熱利用ヒートポンプに置き換える。これをオプション1と称する。また、オプション2として、オプション1に加えて太陽光発電を導入する案も検討する。

2.3.1 オプション1

オプション1では単純に石炭ボイラーを同等容量の地中熱利用ヒートポンプに置き換える。従って、2次側のラジエーターや温水配管、温水循環ポンプは何ら変更されない。システム系統図を以下に示す。

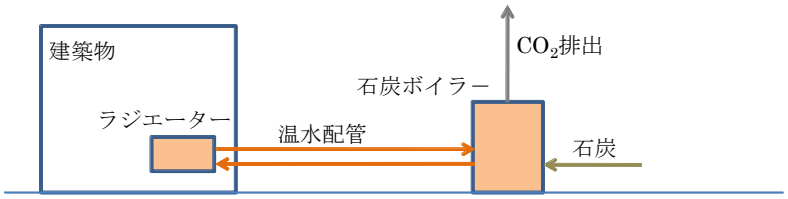


図2.3.1-1　現状の暖房システム系統図（概念図）

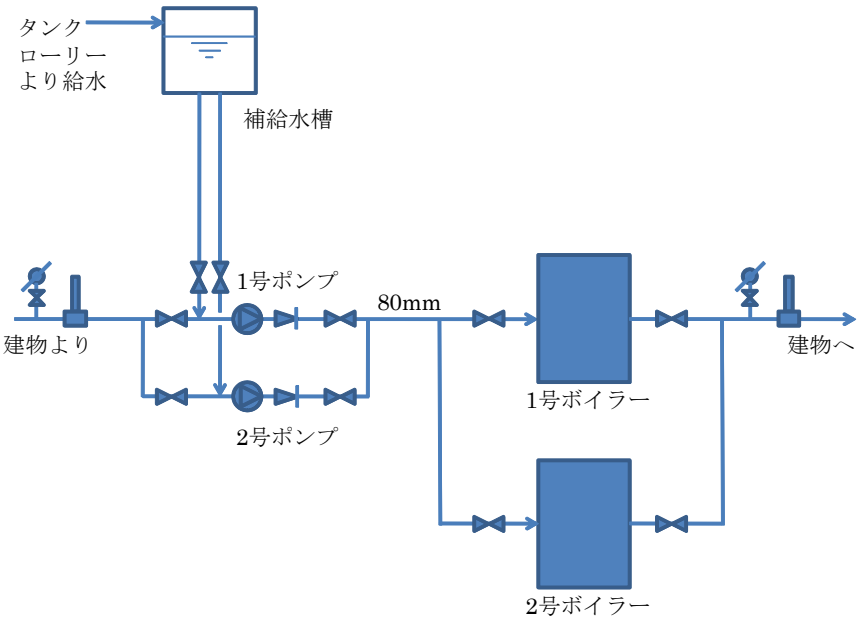


図2.3.1-2　現状の石炭ボイラー廻りシステム系統図（セルゲレン村の事例）

写真2.3.1-1　暖房用石炭ボイラー（セルゲレン村の事例）

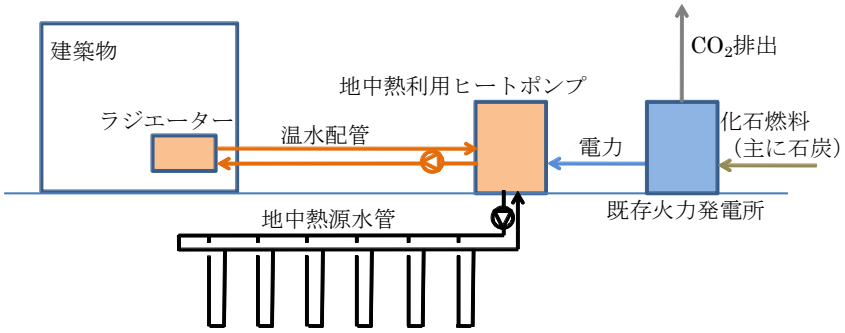


図2.3.1-3　オプション1のシステム系統図（概念図）

2.3.2　オプション2

オプション2では、オプション1に加えて、公共の建築物横の敷地の地面に、太陽光発電パネルと系統連系のための受変電設備を設置する。発電容量は、ヒートポンプとその熱源水ポンプが消費する年間の電力量を発電できる容量とする。システム系統図を以下に示す。

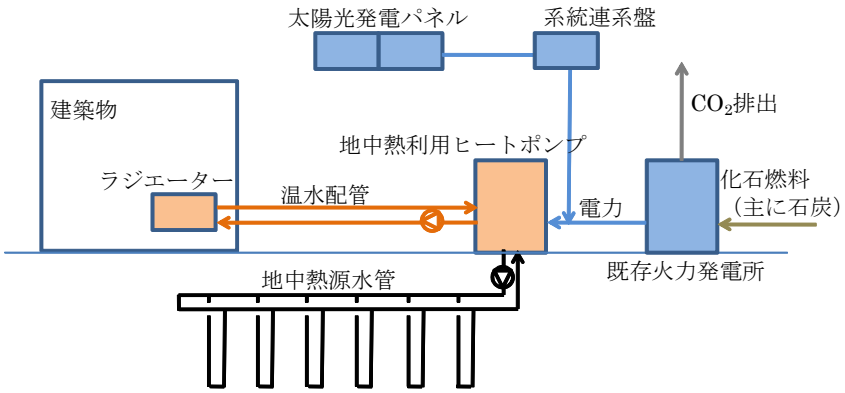


図2.3.2-1　オプション2のシステム系統図（概念図）

2.4　パイロットプロジェクト

2.4.1　モンゴルにおける地中熱利用ヒートポンプの普及状況

モンゴルでは、地中熱利用ヒートポンプは、再生可能エネルギーセンターが推進しているパイロットプロジェクト以外にはほとんど普及していない。パイロットプロジェクト以外で唯一地中熱利用ヒートポンプを導入しているのは、ウランバートル市内の2か所だけであり、いずれも経済力のある建築主がコスト度外視で設置しているとのことである。

2.4.2　パイロットプロジェクトの運転状況

モンゴルでは、再生可能エネルギーセンターが政府の予算を使用して、地中熱利用のパイロットプロジェクトを実施している。パイロットプロジェクトの概要を以下の表、写真にて紹介する。

表2.4.2-1　パイロットプロジェクトの概要

項目	内容
資金源	鉱物資源エネルギー省の予算
実施者	再生可能エネルギーセンター
実施場所	ゾンモドアイマグにある幼稚園、学校、病院の 3 か所
導入されたヒートポンプのメーカー	Viessmann（ドイツ企業）
運転実績	一冬を越した幼稚園の年間 COP として 2.91 を記録 他の 2 か所はまだ一冬を越していない

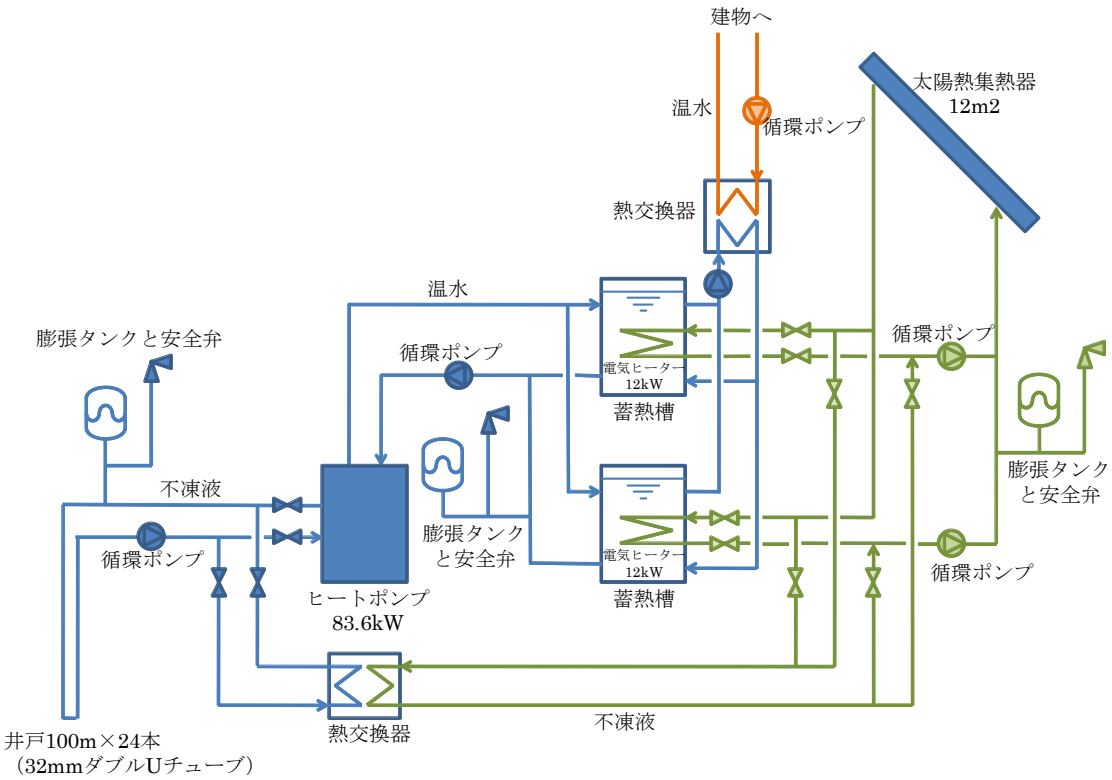


図2.4.2-1　パイロットプロジェクトのシステム系統図（ゾンモドアイマグにある幼稚園の事例）

写真2.4.2-1　パイロットプロジェクトが実施されている
ゾンモドアイマグにある幼稚園

写真2.4.2-2　パイロットプロジェクトが実施されている
ゾンモドアイマグにある学校

写真2.4.2-3　パイロットプロジェクトの状況
（ゾンモドアイマグにある学校で施工中の地中配管）

写真2.4.2-4　パイロットプロジェクト実施前まで温水を供給していた
ボイラーが設置されている建屋

パイロットプロジェクトは単に地中熱利用ヒートポンプを導入しただけではなく、以下の特徴がある。

- ✓ 蓄熱槽を有し、ヒートポンプの負荷を平準化している。
- ✓ 蓄熱槽の中に電気ヒーターを有し、万が一のヒートポンプ能力低下に備えている。
- ✓ 太陽熱集熱器を有して夏期は地中を暖め、冬季は可能な場合に限り供給温水の加熱に使用している。
- ✓ 以上により通常のシステムよりは高価になっているが、ヒートポンプの効率向上と信頼性向上を目指している。
- ✓ 万が一の場合に暖房ができなくならないように、石炭ボイラーによる暖房配管が利用できるように残してある。

パイロットプロジェクトはゾンモドアイマグの幼稚園、学校、病院の3か所で実施されているが、学校と病院はヒートポンプ導入工事中であったために、運転実績はない。唯一、幼稚園では一冬の運転実績がある。この運転実績によれば、年間のヒートポンプCOPは2.91であったとのことである。

但し、この効率はヒートポンプだけの能力によって達成されたものではないことに注意する必要がある。既に述べたように、このシステムには電気ヒーターと太陽熱集熱器が設置されている。前者はCOPを下げる方向に、後者はCOPを上げる方向に機能するが、どの程度それらが作用したかはデータが十分ではないので定かではない。

2.5　モデルプロジェクト

地方都市は全国で330か所あり、公共建築物の総延床面積は130万m²あるとのことである。このように、地方都市の公共建築物は多数あり、それらをすべて検討対象にすることは、本調査の限られた時間の中では困難である。

そこで、代表となるモデルプロジェクトを選定し、そのモデルプロジェクトの検討の中でオプション1とオプション2を詳細に検討し、その結果を全国の公共建築物にあてはめるという方法で調査を進めることとした。

表2.5-1　地方都市の公共建築物の種類と規模の例（セルゲレン村の事例）

用途	構造	階数	延床面積
	―	階	m^2
役所	木造	1	310
寄宿舎	木造	1	310
小学校・中学校	鉄筋コンクリート＋組石造	2	1,990
幼稚園	鉄筋コンクリート＋組石造	1	580
病院	鉄筋コンクリート＋組石造	1	440
合計	―	―	3,630

写真2.5-1　地方都市の公共建築物の例（セルゲレン村の役所）

写真2.5-2　地方都市の公共建築物の例（セルゲレン村の寄宿舎）

写真2.5-3　地方都市の公共建築物の例（セルゲレン村の学校）

写真2.5-4　地方都市の公共建築物の例（セルゲレン村の幼稚園）

写真2.5-5　地方都市の公共建築物の例（セルゲレン村の病院）

2.5.1　モデルプロジェクト選定理由

パイロットプロジェクトとして選定したのは、セルゲレン村の役所（新築予定）である。その選定理由を以下に列挙する。

- ✓ 正確な建築の図面が入手できる。
- ✓ 典型的な地方都市の公共建築物である。
- ✓ ウランバートルから現地を容易に訪問でき、現地状況を把握できる。
- ✓ 現地村長の協力が得られる。
- ✓ 後述する熱応答試験が実施可能である。

2.5.2　モデルプロジェクトの概要と計画のフロー

モデルプロジェクトの概要を以下の表に示す。

表2.5.2-1　モデルプロジェクトの概要

用途	役所
所在地	セルゲレン村
延床面積	657m^2
階数	2 階建
1 階面積	328.5m^2
2 階面積	328.5m^2
構造	鉄筋コンクリート＋組石造

モデルプロジェクトの計画にあたっての流れを以下に示す。

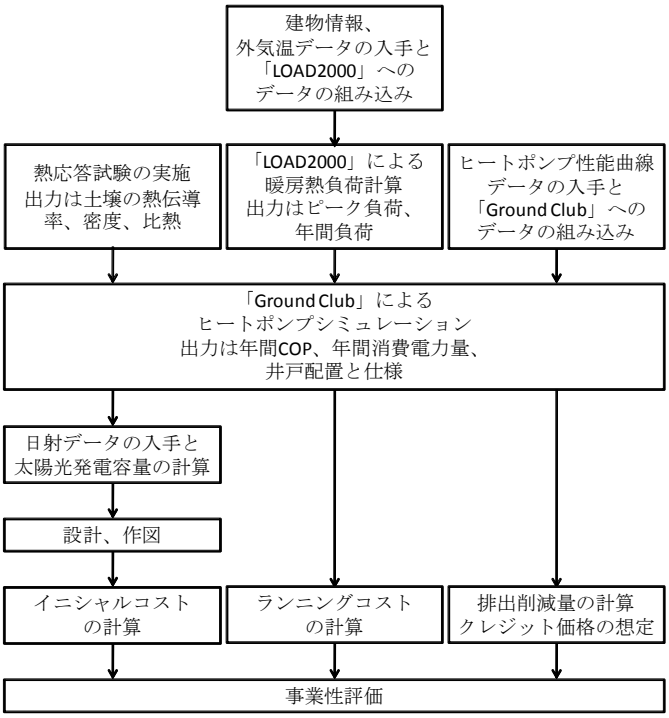


図2.5.2-1　モデルプロジェクトの計画フロー

2.5.3　熱応答試験

地中熱利用ヒートポンプの計画を行うためには、土壌からどれだけの熱が集められるかの基本的な情報が必要となる。このためには、熱伝導率、比熱、密度の3つのパラメーターを把握することが必要である。このうち、熱伝導率を把握するために行う地質調査が熱応答試験である。

熱応答試験では、ヒートポンプを設置する場合と同じような井戸を構築し、その中に熱交換器となる配管を挿入して熱媒（不凍液）を循環させ、熱媒を電気ヒーターで加熱していく。加熱された熱媒は、周囲の土壌に熱を放熱して冷えて戻ってくる。このような熱媒の加熱と循環を60時間以上継続させ、その熱媒の温度上昇を基に熱伝導率を求めるものである。

一方、土壌の比熱と密度は、熱応答試験中に得られた土壌のサンプルから、文献を用いて推定する方法をとった。

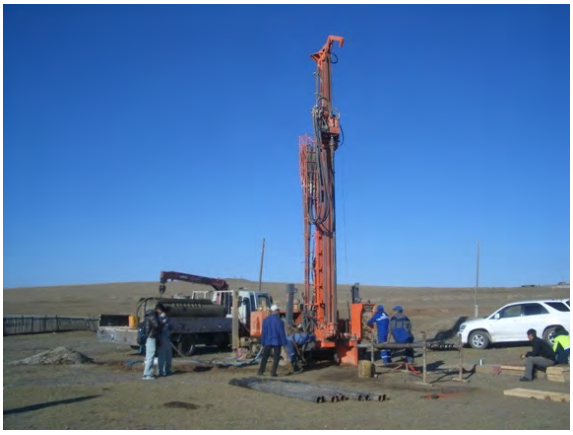


写真2.5.3-1　熱応答試験用井戸掘削状況

写真2.5.3-2　熱応答試験状況

2.5.4　熱負荷計算

熱負荷計算の目的は、建築物のピークと年間の暖房負荷を計算することである。ここでは、当社のシミュレーションプログラム「LOAD2000」を使用して計算した。「LOAD2000」の概要は以下の通りである。

非定常年間熱負荷計算プログラム「LOAD2000」の概要
出典：http://www.shimz.co.jp/tw/tech_sheet/rn0145/rn0145.html

最近話題となっている環境に配慮した建物を実現するために欠かせない、自然エネルギーを利用した省エネルギー手法や、空調エネルギー消費量に大きく影響する建築計画上の省エネルギー手法の検討が可能な年間空調負荷計算プログラムである。

✓ 自然換気、ナイトパージ、昼光利用照明制御、屋上緑化など、様々な自然エネルギー利用技術に対応。
✓ 建物運用時CO_2評価システム「Sim-Peace（シムピース）」と組み合わせて使用することにより、計画建物の運用時CO_2排出量を算出することが可能。

概要：

建物に適した空調方式の検討や空調エネルギー消費量の算出に必要な年間空調負荷を、パソコンで算出できるシステムである。特徴は以下の通り。

✓ 間歇空調負荷計算機能により、年間空調負荷と同時に冷暖房用のピーク負荷が算出可能。
✓ 自然換気や昼光利用照明制御などの自然エネルギー利用時の負荷計算が可能。
✓ 建築部材特性や用途別室内設計条件などは、ライブラリを使用することにより迅速な入力操作を実現。
✓ 気象データには拡張アメダスデータ（日本建築学会）を使用する他、実際に測定したデータによるシミュレーションも可能。

2.5.5 ヒートポンプシミュレーション

ヒートポンプシミレーションの目的は、地中熱利用ヒートポンプの運転に必要な地中配管の量、深さ、平面的な配置を設定し、ヒートポンプの年間のCOP、地中温度の変化を計算することである。これらの計算は、満足のいく結果、すなわちヒートポンプが運転限界を超えず、費用対効果の優れるCOPを得るまでトライアンドエラーで繰り返される。ここでは、市販のシミュレーションプログラム「グランドクラブ」を使用して計算した。「グランドクラブ」の概要は以下の通りである。

地中熱利用ヒートポンプシミュレーションプログラム「Ground Club」の概要
出典：www.zeneral.co.jp/resarch_release/P-16.pdf

Ground Club は、北海道大学大学院の長野克則教授と葛隆生氏（現：藤原環境科学研究所）によって開発された Ground Club 原版を、ゼネラルヒートポンプ工業により実務上使いやすさを向上するために、入力部やヒートポンプの性能の計算方法などに改良を加えたプログラムである。ゼネラルヒートポンプ工業（株）は（株）北海道 TLO を通して国立大学法人北海道大学からライセンスを受けて元プログラムを改良、製品版の販売をしている。

概要：

Ground Club 製品版には以下のような特徴がある。

✓ 時間毎の暖冷房負荷に対して、システム全体の運転シミュレーションを行えるので、より実際の運転に近い条件で、過渡的な運転状況に応じた性能予測を行うことが可能。
✓ 図 2 に示すような入力画面により、任意配置で複数埋設した地中熱交換器に対する地中温度の高速計算が可能。
✓ システムの認知度が低い日本でも、実際に導入を進めている顧客や設計者にその導入効果を把握し易くするため、コスト評価だけではなく、ライフサイクルの一次エネルギー消費量やCO_2排出量の計算も内蔵されており、LCA（ライフサイクルアセスメント）による環境性・経済性の評価

が可能。
- ✓ 地中熱交換器としてシングル U チューブとダブル U チューブをサポート。
- ✓ セントラル方式 4 方式 : GSHP（地中熱源ヒートポンプ）、灯油ボイラー＋冷専チラー、ガスボイラ＋冷専チラー、ASHP（空気熱源ヒートポンプ）の比較計算が可能。二次側装置は床暖房とファンコイルをサポート。
- ✓ 日本の主要都市の気象データベースより負荷計算を自動的に行う。また、HASP や SMASH 等の空調負荷計算ソフトの結果を利用することも可能。
- ✓ 家庭用だけでなく業務用の建築物にも対応しており、GSHP や ASHP の仕様については、製品名を指定するのではなく、定格 COP を指定するなどの汎用性をもつ。
- ✓ ユーザーフレンドリーな入力画面や、グラフィカルな出力画面を有している。

ヒートポンプシミレーションの結果は以下の通りである。尚、ここで検討の対象としたのは、前川製作所の製品である。

2.5.6 太陽光発電の計画

太陽光発電は、ヒートポンプの年間電力消費量（熱源水ポンプを含む）を発電できる容量とする。ここでは、NEDOの太陽光発電導入ガイドブックに示されている式に基づき、必要な発電容量を計算した。その結果は以下の通りである。尚、モジュールはモンゴルで入手可能な製品を一例として記載している。

太陽光発電の計画コンセプトは以下の通りである。

- ✓ モンゴルの再生可能エネルギー法に定められた売電単価を適用できるようにする。すなわち、ヒートポンプの設置事業とは形式的には切り離し、売電専門の事業とする。
- ✓ 蓄電池は設けない。すなわち、年間を通して発電できるときに発電を行い、発電電力は全量系統へ送電する。発電施設はヒートポンプの電源としてリアルタイムに機能させるわけではなく、ヒートポンプの電源による排出をオフセットする目的で設置する。この考え方により、発電容量を最小化できる。
- ✓ 周囲をフェンスで囲む。盗難や破壊等の人間による犯罪を防止するためだけでなく、家畜による体当たりや、汚損を防止することが目的である。
- ✓ パネル相互の離隔距離を適切に確保する。目的は、パネルの影が他のパネルにあたって、最大の発電能力を発揮しない事態を防止するためである。
- ✓ 系統連系盤は室内に設置する。モンゴルの冬は厳しい気候であるため、構成機器の保護が目的である。

2.5.7　モデルプロジェクト基本計画のまとめ

以上の検討結果を以下の表にまとめた。

表2.5.7-1　基本計画のまとめ

計算種別	項目	単位	数値
熱応答試験結果	熱伝導率	W/mK	2.403
	密度	kg/m^3	2,200
	比熱	J/kgK	712.0
熱負荷計算結果	用途	－	役所
	構造	－	鉄筋コンクリート＋組石造
	階数	階	2
	延床面積	m^2	657
	暖房期間	－	9 月 16 日～5 月 15 日
	室内設定温度	℃	20
	ピーク暖房負荷	kW	48.4
	年間暖房負荷	kWh/year	143,807
	単位面積当たりピーク暖房負荷	kW/m^2	0.0737
	単位面積当たり年間暖房負荷	kWh/m^2/year	218.9
選定したヒートポンプの定格条件における仕様	想定メーカー	－	前川製作所
	冷媒	－	NH_3
	入口温水温度	℃	55
	出口温水温度	℃	65
	入口熱源水温度	℃	0
	出口熱源水温度	℃	－4.2
	加熱能力	kW	52.5
	消費電力	kW	17.8
	COP	－	2.95
ヒートポンプ シミュレーション結果	年間 COP	－	2.6
	年間消費電力（熱源水ポンプ含まず）	kWh	55,909
	年間消費電力（熱源水ポンプ含む）	kWh	56,840
	井戸深さ、本数	－	100m×14 本
	井戸離隔	m	10
	熱源水配管仕様	－	ダブル U チューブ 呼び径 25mm 外径 27mm 内径 21mm 材質 HDPE
太陽光発電の計画	日射量の設定	kWh/m^2/day	4.95
	発電容量	kW	50～51
	想定メーカー	－	サンコーソーラー
	パネル枚数	－	230W×220 枚

ヒートポンプの年間COPである2.6は、日本国内で販売されている空気熱源ヒートポンプのCOPのカタログ値（4～6程度）に比べれば、著しく低い値である。しかし、ヒートポンプのCOPは、採熱する側の温度条件と、放熱する側の温度条件に左右される。採熱する側の温度条件が低ければCOPは低下し、放熱する側の温度条件が高ければCOPは低下する。空気熱源ヒートポンプのカタログ値は、採熱側2℃、放熱側がせいぜい20～22℃である。しかし、モデルプロジェクトでの使用条件は、採熱側－10℃～－5℃、放熱側が65℃である。このため、2.6という数字がヒートポンプの性能の悪さを表すわけではないことに留意する必要がある。

2.5.8　基本設計図書の作成

以上の計画を基本設計図書に盛り込んだ。以下に基本設計図書を示す。

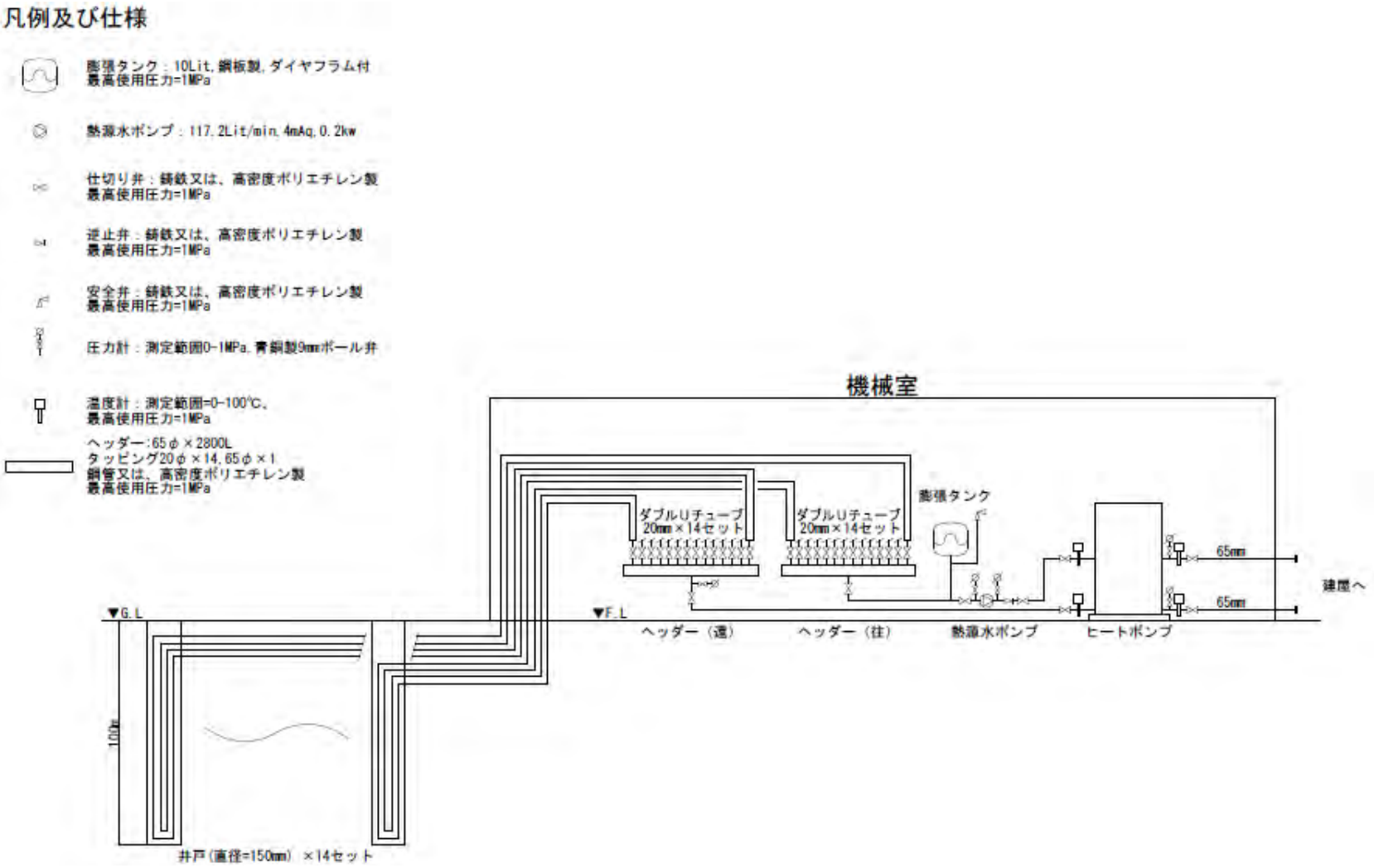

凡例及び仕様
膨張タンク：10Lit,鋼板製,ダイヤフラム付
最高使用圧力=1MPa
熱源水ポンプ：117.2Lit/min,4mAq,0.2kw
仕切り弁：鋳鉄又は、高密度ポリエチレン製
最高使用圧力=1MPa
逆止弁：鋳鉄又は、高密度ポリエチレン製
最高使用圧力=1MPa
安全弁：鋳鉄又は、高密度ポリエチレン製
最高使用圧力=1MPa
圧力計：測定範囲0-1MPa,青銅製9mmボール弁
温度計：測定範囲=0-100℃、
最高使用圧力=1MPa
ヘッダー:65φ×2800L
タッピング20φ×14,65φ×1
鋼管又は、高密度ポリエチレン製
最高使用圧力=1MPa
機械室
ダブルUチューブ
20mm×14セット
ダブルUチューブ
20mm×14セット
膨張タンク
65mm
65mm
建屋へ
▼G.L
▼F.L
ヘッダー（還）
ヘッダー（往）
熱源水ポンプ
ヒートポンプ
100m
井戸（直径=150mm）×14セット

図2.5.8-1　配管系統図

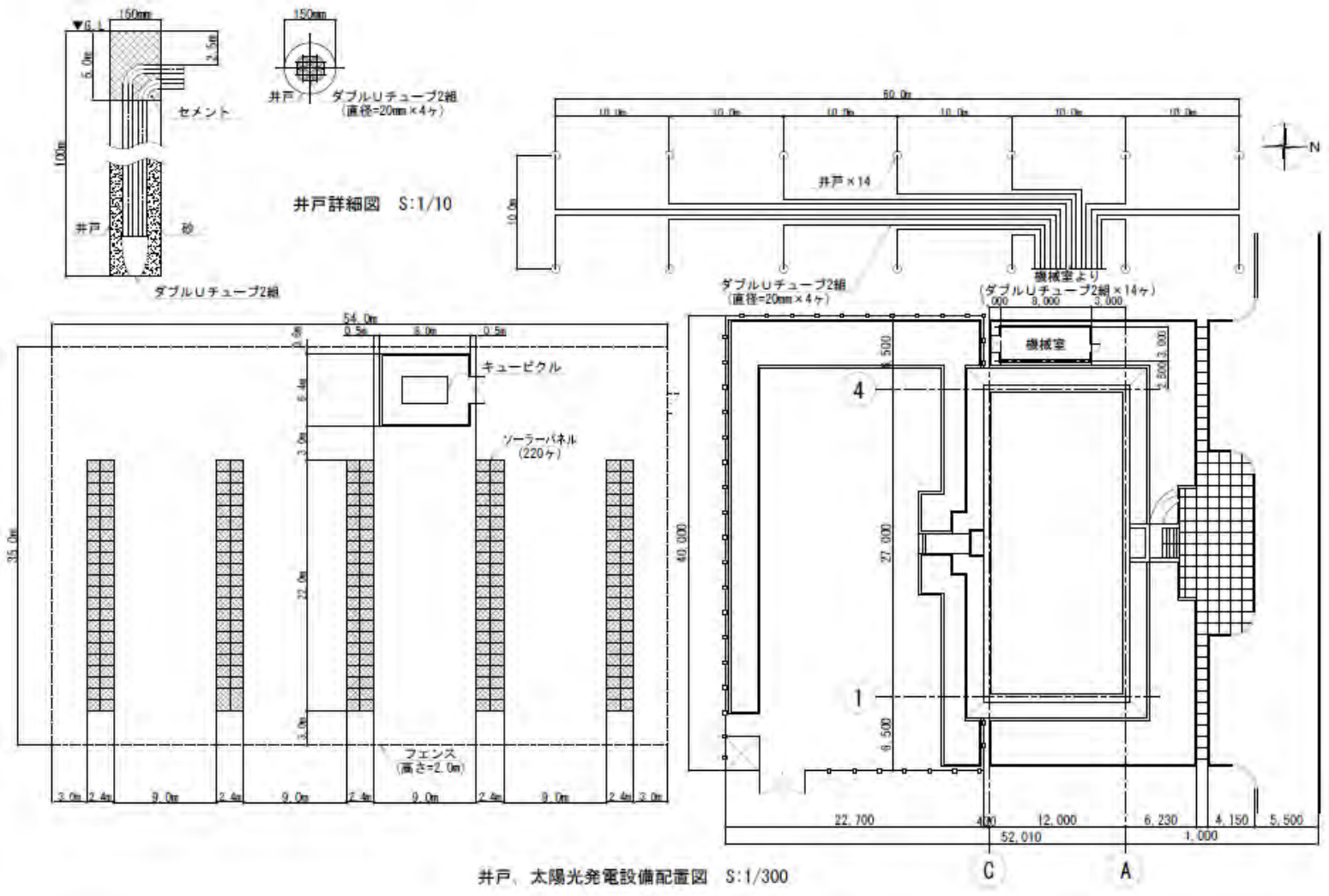


図2.5.8-2　井戸、太陽光発電設備配置図、井戸断面詳細図

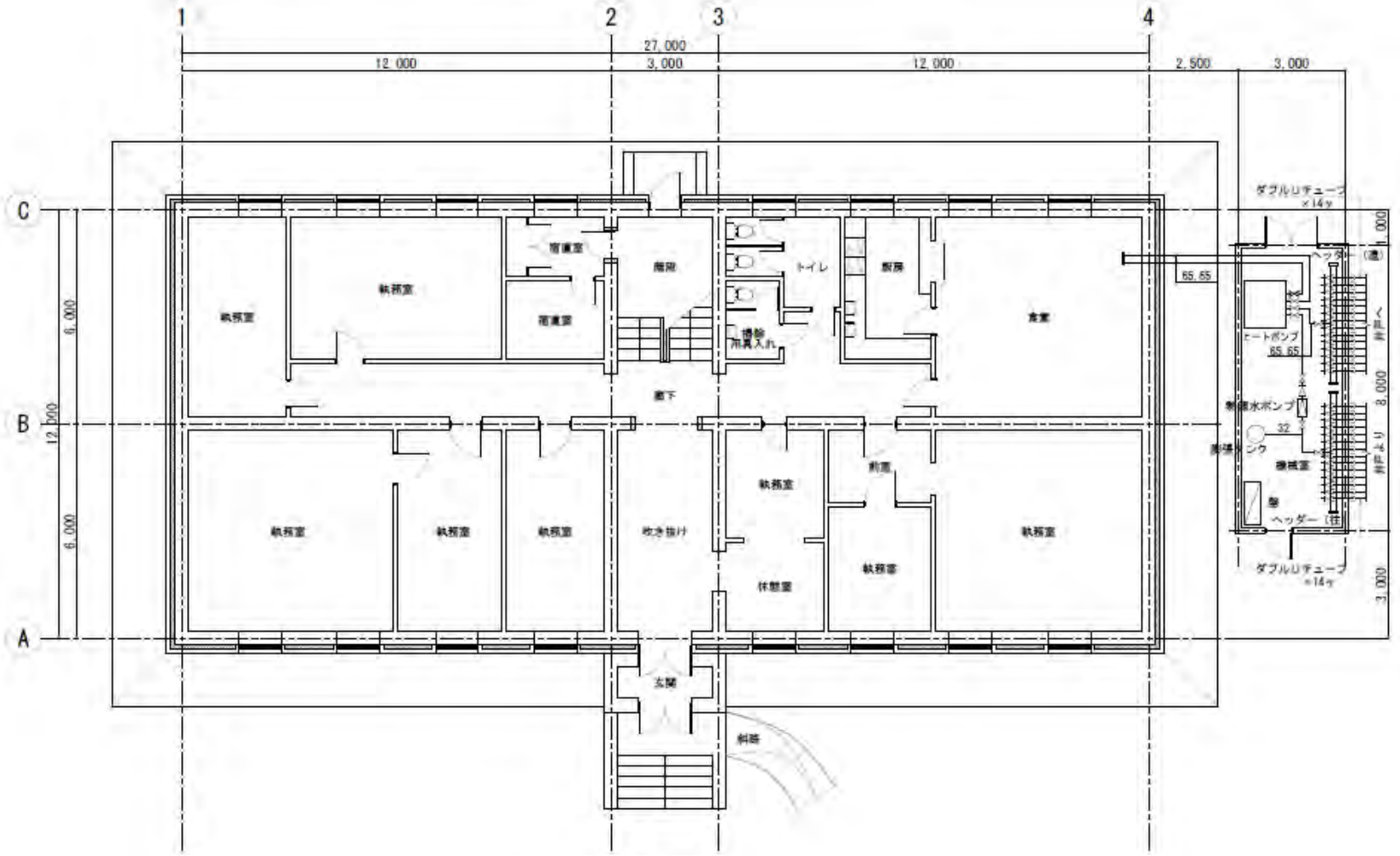


図2.5.8-3　1階配管平面図

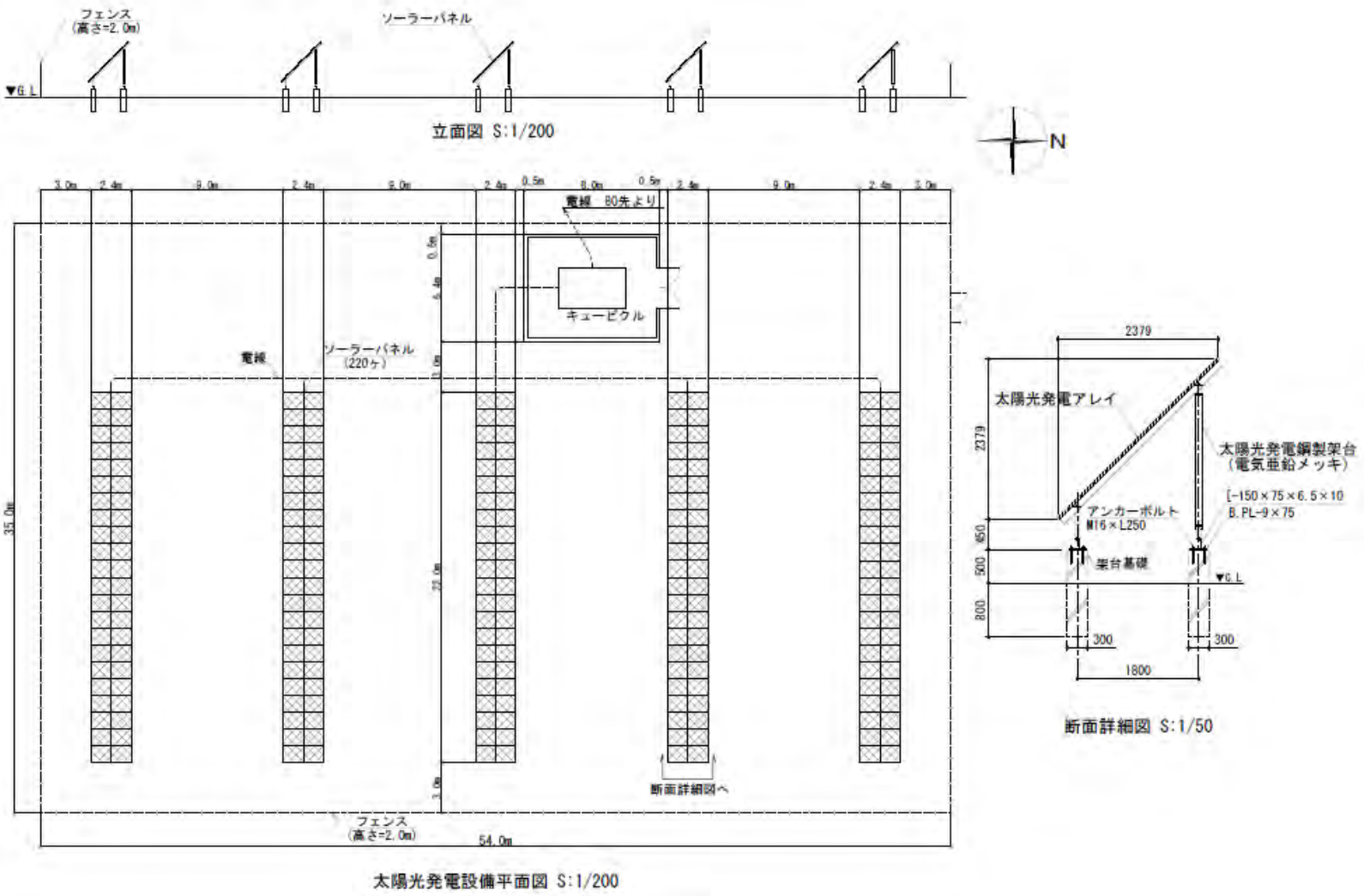


図2.5.8-4　太陽光発電設備立面図、太陽光発電設備断面詳細図

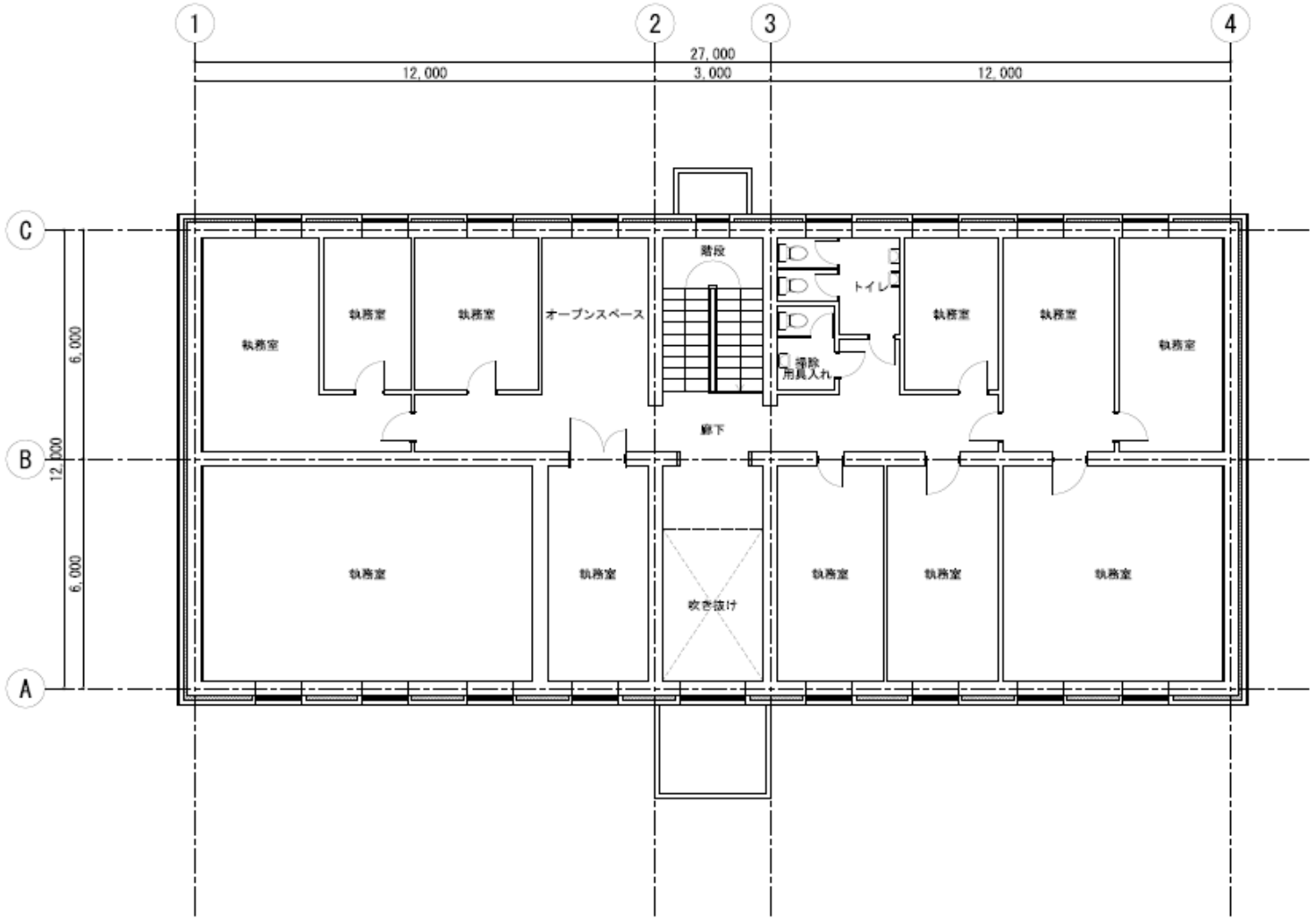


図2.5.8-5　2階建築平面図

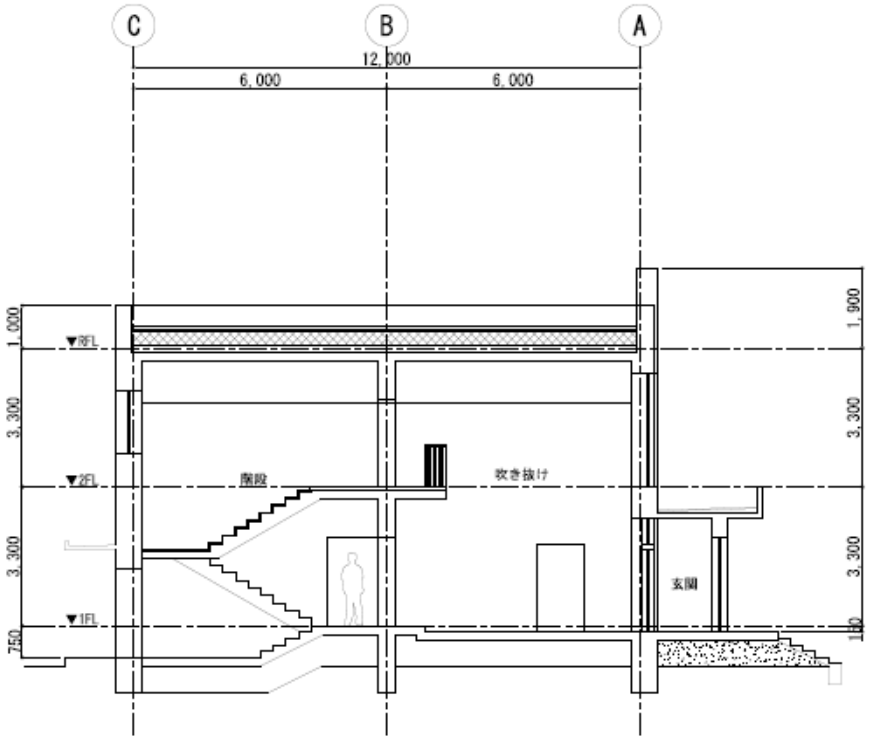

C
B
A
12,000
6,000
6,000
1,000
▼RFL
3,300
▼2FL
3,300
▼1FL
750
階段
吹き抜け
玄関
1,900
3,300
3,300
150

図2.5.8-6　建築断面図

第3章　排出削減方法論、MRV制度の構築

3.1　GHG排出削減効果実証の方法論

3.1.1　既存方法論・プロジェクトの整理

ア．概要

既存CDM方法論には、本事業のような石炭ボイラーから地中熱利用ヒートポンプへの更新、太陽光発電の設置を想定した通常規模(ラージスケール)の方法論は承認されていない。

そこで、本事業で参考となると考えられる既存の小規模方法論について概要を整理した。その内容は、表3.1.1-1に示す通りである。

表3.1.1-1　既存CDM方法論の整理（概要）

	II.E 建物でのエネルギー効率改善・燃料転換手法	I.A 利用者による発電	III.B 化石燃料の転換（参考）
適用条件	・ 建物においてエネルギー効率改善及び燃料転換を実施するもので、エネルギー効率が主目的であること ・ プロジェクトバウンダリ内で使用するエネルギー記録が直接測定可能であること ・ エネルギー効率の改善が明確にわかるものであること	・ 家庭又は利用者に再生可能エネルギー発電設備を供給すること ・ 出力は 15MW 以下であること ・ 水力発電の場合、既存または新設による増加は出力密度が 4W/m^{2}以下であること ※出力密度（発電容量を満水時の貯水池の表面積で割ったもの）	・ 産業、住居、商業、組織的な活用又は発電活用にかかる化石燃料の転換であること ・ 燃料を通じての排出削減を主目的とすること
リファレンスシナリオの同定	・ 既存装置の使用継続	・ プロジェクトがない場合に利用されると考えられる技術の燃料消費	・ 化石燃料の使用継続
追加性の証明	記載なし[注)]		
プロジェクト境界&排出源	建物の物理的・地理的なサイト	再生可能エネルギー生成の物理的・地理的なサイト	燃料転換手法の影響を受ける燃料の燃焼が行われる物理的・地理的なサイト
リーケージ	装置の移送に関わる排出量があれば考慮する	装置の移送に関わる排出量があれば考慮する	なし

注）“Attachment A to Appendix B of the simplified modalities and procedures for small-scale CDM project activities”によれば、小規模 CDM の追加性は、投資バリア、技術バリア、一般的慣行バリア、その他のバリアのいずれかで証明するとしている。

本事業は石炭ボイラーから地中熱利用ヒートポンプへの更新となり、エネルギー源が石炭から電力へと転換されるが、エネルギー効率の改善が主目的であることから、本事業がCDMプロジェクトである場合はII.EとI.Aを組み合わせて適用することが想定される。

また、ヒートポンプ導入プロジェクトの方法論として参考となると考えられる国内排出量取引制度（国内クレジット、オフセット・クレジット（J-VER）、排出量取引の国内統合市場の試行的実施を指す、以下同じ）※で整備済みの方法論について概要を整理した。その内容は、表3.1.1-2に示す通りである。

※ 国内クレジット制度（国内排出削減量認証制度）　承認排出削減方法論
http://jcdm.jp/process/methodology.html

表3.1.1-2　既存の国内排出量取引制度の方法論の整理（概要）

	試行的実施	国内クレジット	J-VER
	002 ヒートポンプの導入	002 ヒートポンプの導入による熱源設備の更新	E019 ヒートポンプの導入
適用条件	・ 既存の熱源機器よりも高効率のヒートポンプを導入すること。 ・ ヒートポンプは蒸気または温水の製造のために使用すること。 ・ ヒートポンプの導入を行わなかった場合、既存の熱源機器を継続的に利用できること。 ・ ヒートポンプを導入した事業者が更新後のヒートポンプで製造した蒸気または温水を自家消費すること。	・ 事業実施前の熱源機器よりも高効率のヒートポンプを導入すること。 ・ ヒートポンプは温水・蒸気又は冷水の製造のために使用すること。 ・ ヒートポンプの導入を行わなかった場合、事業実施前の熱源機器を継続的に利用できること。 ・ ヒートポンプを導入した事業者が、事業実施後のヒートポンプで製造した温水・蒸気又は冷水を自家消費すること。 ・ 事業実施後のヒートポンプにおいて低温室効果冷媒を利用していること（オプション）	・ 熱源設備の更新の際にヒートポンプを導入すること（更新を行わなかった場合、既存の熱源設備が継続して利用可能であること） ・ 事業者は、ヒートポンプで製造した温水、蒸気又は冷水を自家消費すること ・ ベースライン、プロジェクトともにエネルギー源は化石燃料又は電力であること ・ プロジェクトの採算性がない、又は他の選択肢と比べて採算性が低いこと（投資回収年数が 3 年以上）
リファレンスシナリオの同定	更新前の熱源機器の継続利用	標準的な熱源設備の導入（オプションの冷媒は、標準的に使用される冷媒）	熱源設備の更新を行わずに、既存の設備を使用し続けること
追加性の証明	なし	なし	なし（適用条件で採算性チェック）
プロジェクト境界&排出源	燃料供給設備及びヒートポンプから熱・蒸気の供給を受ける設備	新設される熱源設備及びヒートポンプから温水・蒸気又は冷水の供給を受ける設備（自家用発電機を含む）	＜BL＞熱源設備稼働に伴う電力使用・化石燃料消費 ＜PA＞ヒートポンプ稼働に伴う電力使用・化石燃料消費、ボイラー等への温水の搬送に伴う電力使用
リーケージ	・ バウンダリー外での温室効果ガス排出量の変化であって、技術的に計測可能かつ当該事業に起因するもの	・ バウンダリー外での温室効果ガス排出量の変化であって、技術的に計測可能かつ当該事業に起因するもの	記載なし

イ．GHG排出量・削減量の定量化及びモニタリング計画

GHG排出量・削減量の定量化については、既存CDM方法論のII.Eでは、具体的な計算式及びモニタリング計画は示されておらず、各プロジェクトに合わせて適切な計算、モニタリングを行うことと記載されている。

そこで、表3.1.1-2で整理したヒートポンプ導入プロジェクトの方法論である国内排出量取引制度の方法論の定量化手法とモニタリング計画を参考にしながら、本プロジェクトへの適用を想定して整理した。その内容は表3.1.1-3に示す通りである。

オフセット・クレジット（J-VER）制度　方法論
http://www.4cj.org/jver/system_doc/methodology.html
「排出量取引の国内統合市場の試行的実施」について
http://www.env.go.jp/earth/ondanka/det/dim/trial.html

表3.1.1-3　定量化手法及びモニタリング計画（国内排出量取引制度）

<table>
<tr><th>方法論</th><th colspan="2">定量化手法</th><th colspan="2">モニタリング計画</th></tr>
<tr><td rowspan="5">試行的実施
002</td><td rowspan="5" colspan="2">ベースライン排出量
＝消費電力量×3.6×プロジェクト COP
÷ボイラー効率×石炭排出係数
プロジェクト排出量
＝消費電力量×系統排出係数</td><td>・ 消費電力量</td><td>計測、請求書</td></tr>
<tr><td>・ COP</td><td>計測、カタログ値</td></tr>
<tr><td>・ ボイラー効率</td><td>計測、カタログ値</td></tr>
<tr><td>・ 石炭排出係数</td><td>デフォルト値</td></tr>
<tr><td>・ 系統排出係数</td><td>デフォルト値</td></tr>
<tr><td rowspan="7">国内
クレジット
制度
002</td><td rowspan="5" colspan="2">ベースライン排出量
＝消費電力量×3.6×プロジェクト COP
÷ボイラー効率×石炭排出係数
または、
＝供給熱量÷ボイラー効率×石炭排出係数
プロジェクト排出量
＝消費電力量×系統排出係数</td><td>・ 消費電力量</td><td>計測、請求書</td></tr>
<tr><td>・ 供給熱量</td><td>計測、流量から計算</td></tr>
<tr><td>・ COP</td><td>計測、カタログ値</td></tr>
<tr><td>・ ボイラー効率</td><td>計測、カタログ値</td></tr>
<tr><td>・ 石炭排出係数</td><td>デフォルト値</td></tr>
<tr><td>オプション</td><td>低温室効果冷媒を使用する場合は、以下の式を用いる。
冷媒起源温室効果ガス排出量
＝冷媒の充填量×年間漏洩率
×冷媒の地球温暖化係数
※冷媒の充填量、年間漏洩率、地球温暖化係数については、ベースライン及び事業実施後のそれぞれの冷媒についての値を使用する。</td><td>・ 系統排出係数</td><td>デフォルト値</td></tr>
<tr><td rowspan="2">オプション</td><td rowspan="2">低温室効果冷媒を使用する場合は、以下の式を用いる。
冷媒起源温室効果ガス排出量
＝冷媒の充填量×年間漏洩率
×冷媒の地球温暖化係数
※冷媒の充填量、年間漏洩率、地球温暖化係数については、ベースライン及び事業実施後のそれぞれの冷媒についての値を使用する。</td><td>・ 冷媒の充填量</td><td>カタログ値</td></tr>
<tr><td>・ 冷媒の漏洩率</td><td>既存文献を利用</td></tr>
<tr><td>J-VER 制度
E019</td><td colspan="2">ベースライン排出量
＝消費電力量×プロジェクト COP×3.6
÷ボイラー効率×石炭排出係数
プロジェクト排出量
＝消費電力量×系統排出係数</td><td>・ 消費電力量</td><td>計測、請求書</td></tr>
<tr><td>・ COP</td><td>計測、カタログ値</td></tr>
<tr><td>・ ボイラー効率</td><td>計測、カタログ値</td></tr>
<tr><td>・ 石炭排出係数</td><td>デフォルト値</td></tr>
<tr><td>・ 系統排出係数</td><td>デフォルト値</td></tr>
</table>

注）「産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止対策小委員会」の資料によると、冷媒の漏洩率は充填量に対し年間3～5%程度となっているが、これは安全側でみた値であり、実際にはもっと少ないとのことである。

レファレンス排出量は、ヒートポンプの消費電力量から事業実施前後のエネルギー効率で計算する方法と、ヒートポンプの供給熱量から計算する方法があり、プロジェクト排出量はヒートポンプの消費電力量から計算する方法となる。しかし、エネルギー効率であるヒートポンプのCOPは、カタログ値でない限りヒートポンプの供給熱量を把握していなければ知ることはできない。従って、正確なレファレンス排出量の計算には、ヒートポンプの消費電力量ではなくヒートポンプの供給熱量を用いる方法が一般的であろう。

モニタリング計画については、国内排出量取引制度の方法論は1サイト1プロジェクトを想定しているため、定量化に必要な全項目をモニタリングすることとしている。一方、本事業はプログラムCDMに近く、複数サイトのモニタリングについては、そのモニタリング計画が参考になると考えられることから、登録済みプログラムCDMの事例も参考とした。

現時点（平成23年8月31日確認）までに登録済のプログラムCDMは11件あり、そのうち、プロジェクトの熟度を考慮して複数のCPA（CDM Programme Activity）が登録されている3件（Ref. No.2767：家畜廃液管理システムメタン回収プロジェクト、Ref. No.3223：CFL照明スキーム、Ref. No.2956：都市廃棄物コンポスト）に加え、比較的新しいプロジェクトのうち本事業の内容に近いと考えられる1件（Ref. No.4659：太陽熱温水器プログラム）の定量化手法モニタリング計

画を整理した。その内容は、表3.1.1-4に示す通りである。尚、プロジェクト内容は本事業と一致するものではないことから、定量化手法の概要のみを示した。

メタン回収・コンポストプロジェクトではサイト数が限られることから厳密な方法が取られているが、CFL照明・太陽熱温水器プロジェクトのように実施サイト数が多数となる場合には、モデル式などを用いた計算手法を採用しており、モニタリングは導入数の確認程度の簡易な方法を採用している。

表3.1.1-4　定量化手法及びモニタリング計画（プログラムCDM）

承認 No.	定量化手法の概要	モニタリング計画	
PoA2767 メタン回収	回収バイオガス量、バイオガス中のメタン割合等を利用したメタン発生回避量の計算	・ 各サイトにおいてモニタリング ・ 計算に係る全項目（バイオガス量、バイオガス中のメタン割合、ﾌﾙｱ温度等）	厳密な方法
PoA3223 CFL 照明	CFL 導入数、不具合率、交換前後のワット差、使用時間等を利用した計算	・ **サイトでのモニタリングはなし** ・ CFL（蛍光灯電球）**導入数・回収** ICL（白熱電球）**はデータベース管理** ・ **使用時間は実際の使用時間に関わらず予め一定値に設定**（3.5 時間） ・ CFL の不具合率を確認	簡易な方法
PoA2956 コンポスト	メタン発生回避量計算ツールを利用した計算＋トンキロ法による輸送発生量の計算	・ 各サイトにおいてモニタリング ・ 計算に係る全項目（廃棄物量、コンポスト量、輸送トラック走行距離等） ・ ベリフィケーション時に代表サイトで誤差係数を算出	厳密な方法
PoA4659 太陽熱温水器	気候を考慮したモデル式による計算	・ **導入数をデータベース管理** ・ ベリフィケーション時に故障率を確認	簡易な方法

3.1.2　GHG排出量・削減量の定量化及びモニタリング計画の検討

3.1.1で整理した既存方法論を参考とし、本事業におけるGHG排出量・削減量の定量化及びモニタリング計画を検討した。

本事業はCDMではなく二国間オフセット・クレジット制度であるため、正確でありながらもできるだけ簡易な計算方法及びモニタリング計画の構築が望まれる。検討の対象として、表3.1.2-1（1）及び（2）に示す通り、A案～D案の4案を作成し、上記の趣旨に沿った最適な方法を検討した。

A案

A案はCDMでも採用できるような最も厳格な案である。しかし、このような厳格な方法を、本事業のように多数あるサイトすべてで実施するのはかなり難がある。計器の数が増えれば、イニシャルコスト（設置費用）、ランニングコスト（モニタリング費用、校正費用、交換費用）が増えるからである。

B案

モニタリングのコストを大幅に削減できるのがB案である。B案では、事業を実施するサイトごとに、あらかじめ机上の計算で排出削減量を計算しておき、この数字をモニタリングデータとして使用する。すなわち、実際の運転データに基づくモニタリングは何もしないわ

けである。この方法は大幅にモニタリングを簡略化できる利点があるが、正確性という面では劣っている。

C案

C案は、正確性と簡略化を両立させたた案で、デグリデーの理論の応用である。デグリデーとは外気温度と室内温度の差の時間積分値である。ここで、暖房によるエネルギー消費量は、概ね暖房負荷に比例すると考えられる。

暖房によるエネルギー消費量　∝　暖房負荷

一方、暖房負荷は、熱力学的な法則により、外気温度と室内温度の差に比例する。

暖房負荷　∝　（外気温度－室内温度）

つまり、暖房によるエネルギー消費量は、外気温度と室内温度の差に比例することになる。

暖房によるエネルギー消費量　∝　（外気温度－室内温度）

従って、暖房による年間のエネルギー消費量は、外気温度と室内温度の差の時間積分値、すなわちデグリデーに比例することになる。

暖房による年間のエネルギー消費量　∝　デグリデー

尚、暖房によって室内温度が一定に保たれるとすれば、暖房によるエネルギー消費量は、外気温度の関数になる。

暖房による年間のエネルギー消費量　＝　f(外気温度)

以上のことから、デグリデーの応用により、外気温度をモニタリングしておけば、暖房による年間のエネルギー消費量が求められることになる。すなわち、C案を採用すれば、排出削減量が定量できることになる。

尚、オプション2では、外気温度だけでなく日射量もモニタリングし、発電量を定量化する手法を採る。発電量は日射量に比例することから、日射量をモニタリングしていれば、発電量が定量化できるためである。

D案

C案で排出削減量が定量できることは確かであるが、正確性という面ではA案には劣る。そこで、気候帯ごとにA案によるモニタリングも並行で行い、A案によるモニタリング結果によって、C案によるモニタリング結果を保守的に補正する方法が考えられる。これがD案である。

D案を採用することによるメリットはもう一つある。C案では地中温度変化の要素が考慮されていないが、D案では地中温度変化の要素が一部A案を採用することで考慮できること

である。A案では、地中温度が変化した場合、それに伴ってヒートポンプのCOPが変化し、それが電力量に反映されることになるからである。

尚、C案、D案でどこまで正確にモニタリングができるかは、A案との併用で実証してみる必要がある。C案、D案で誤差が生じる可能性があるとすれば、以下のような原因が考えられよう。

- ✓ 室内温度が一定ではない。例としては、窓を開放したり、過剰に暖房を行っているケースが考えられる。
- ✓ 暖房負荷と暖房機器（ボイラー、ヒートポンプ）のエネルギー消費量が比例しない。すなわち、暖房機器部分負荷特性が極端に悪い（もしくは良い）。

表3.1.2-1 (1)　GHG排出量・削減量の定量化及びモニタリング計画案
＜オプション1：地中熱利用ヒートポンプを導入した場合＞

案名称	GHG 排出量・削減量の定量化
A 案	レファレンス排出量＝供給熱量÷ボイラー効率×石炭排出係数 プロジェクト排出量＝消費電力量×系統排出係数 ※消費電力量は系統から購入した正味の電力量
B 案	ヒートポンプ導入時の補助金申請書記載の値の通りとする。計算方法は別途定める必要がある。
C 案	レファレンス排出量＝デグリデー×レファレンス標準排出量÷標準デグリデー プロジェクト排出量＝デグリデー×プロジェクト標準排出量÷標準デグリデー
D 案	A案のモニタリングを適用したサイト（i=1）で、C案による排出削減量（ERC_1）がA案による排出削減量（ERA_1）より大きくなった場合、以下の式で当該気候帯に属するすべてのサイト（i=1～N）の場所の排出削減量を補正することにより定量化する。 補正排出削減量$_i$＝C案による排出削減量$_i$×ERA_1÷ERC_1

注） A 案、C 案の排出削減量は、レファレンス排出量とプロジェクト排出量の差を計算して求める。

案名称	方　針	モニタリング計画		
		項目	場所	頻度
A 案	すべてのヒートポンプ導入場所でヒートポンプシステムの消費電力量と供給熱量をモニタリングする。	・ 消費電力量 ・ 供給熱量	すべての サイト	年 1 回
B 案	モニタリングはしない。	モニタリングなし		
C 案	デグリデーの理論を応用し、各気候帯で 1 ヶ所外気温度をモニタリングする。	・ 外気温度	各気候帯で 1 ヶ所	毎正時
D 案	A 案を各気候帯で 1 ヶ所適用し、C 案のモニタリング結果を保守的に補正する。	・ 消費電力量 ・ 供給熱量	各気候帯で 代表する 1 サイト	年 1 回
		・ 外気温度	各気候帯で 1 ヶ所	毎正時

表3.1.2-1 (2)　GHG排出量・削減量の定量化及びモニタリング計画案

＜オプション2：地中熱利用ヒートポンプと太陽光発電を組み合わせて導入した場合＞

案名称	GHG 排出量・削減量の定量化
A 案	＜オプション 2＞ レファレンス排出量：オプション 1 と同じ プロジェクト排出量＝消費電力量×系統排出係数 ※消費電力量は系統から購入した正味の電力量
B 案	ヒートポンプ導入時の補助金申請書記載の値の通りとする。計算方法は別途定める必要がある。
C 案	レファレンス排出量：オプション 1 と同じ プロジェクト排出量＝デグリデー×プロジェクト標準排出量÷標準デグリデー －日射量×標準発電量÷標準日射量×系統排出係数
D 案	A案のモニタリングを適用したサイト（i=1）で、C案による排出削減量（ERC_1）がA案による排出削減量（ERA_1）より大きくなった場合、以下の式で当該気候帯に属するすべてのサイト（i=1～N）の場所の排出削減量を補正することにより定量化する。 補正排出削減量$_i$＝C案による排出削減量$_i$×ERA_1÷ERC_1

注）A 案、C 案の排出削減量は、レファレンス排出量とプロジェクト排出量の差を計算して求める。

案名称	方　針	モニタリング計画		
		項目	場所	頻度
A 案	すべてのヒートポンプ導入場所でヒートポンプシステムの消費電力量と供給熱量をモニタリングする。	・ 消費電力量 ・ 供給熱量	すべての サイト	年 1 回
B 案	モニタリングはしない。	モニタリングなし		
C 案	デグリデーの理論を応用し、各気候帯で 1 ヶ所外気温度と日射量をモニタリングする。	・ 外気温度 ・ 日射量	各気候帯で 1 ヶ所	毎正時
D 案	A 案を各気候帯で 1 ヶ所適用し、C 案のモニタリング結果を保守的に補正する。	・ 消費電力量 ・ 供給熱量	各気候帯で 代表する 1 サイト	年 1 回
		・ 外気温度 ・ 日射量	各気候帯で 1 ヶ所	毎正時

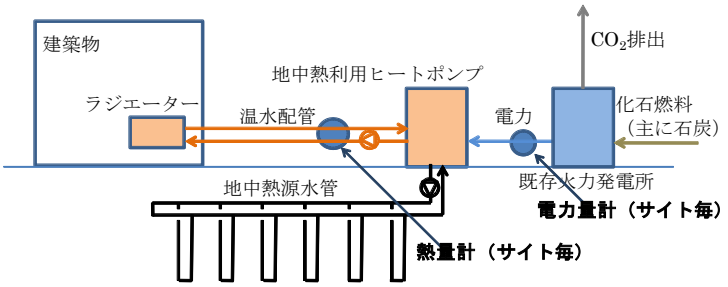


図3.1.2-1　オプション1　A案でのモニタリング計画

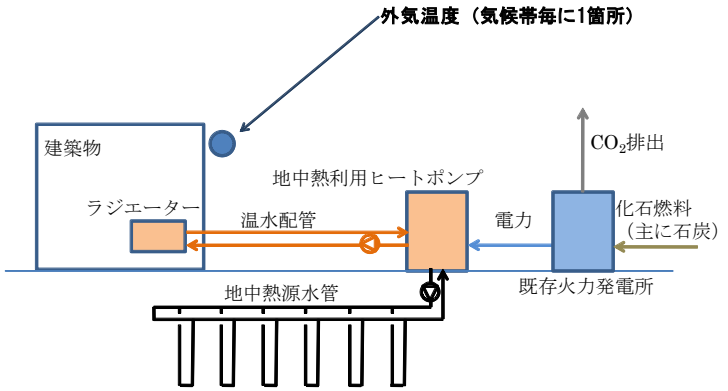


図3.1.2-2　オプション1　C案でのモニタリング計画

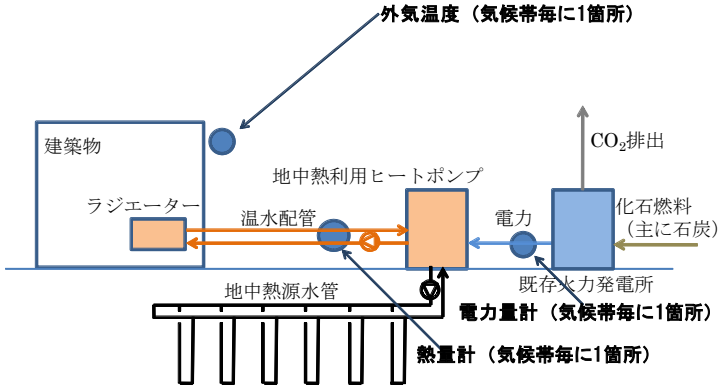


図3.1.2-3　オプション1　D案でのモニタリング計画

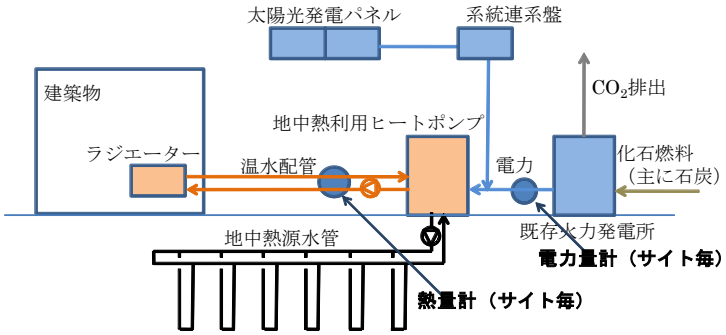


図3.1.2-4　オプション2　A案でのモニタリング計画

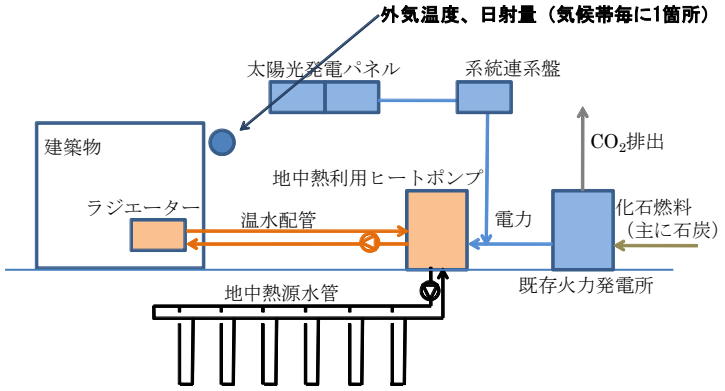


図3.1.2-5　オプション2　C案でのモニタリング計画

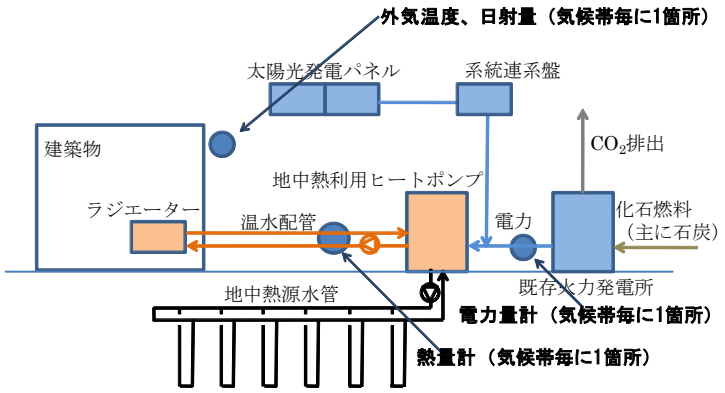


図3.1.2-6　オプション2　D案でのモニタリング計画

本事業は、プログラム事業として地理的に広範な適用が予想されるため、すべてのヒートポンプ導入場所で厳格なモニタリングを行うA案は、コスト、手間がかかり過ぎて現実的ではない。より実施しやすい方法として、B案～D案があるが、正確性、保守性、実現可能性をバランス良く備えた合理的な案はD案であると考えられる。尚、モンゴル側（再生可能エネルギーセンター、自然環境観光省）は、最終意思決定はしていないものの、D案を好意的に受け止めている。

3.1.3 排出削減方法論

3.1.1及び3.1.2の検討の結果を整理すると、以下のような方法論が考えられる。

ア. 適用条件

本事業の適用条件は、以下の通りとする。

- ✓ モンゴル国内の公共建築物（役所、病院、学校、幼稚園、寄宿舎等）の暖房に利用されている既存の石炭焚き温水ボイラーを地中熱利用ヒートポンプに置き換えるプロジェクトであること。
- ✓ 導入する地中熱利用ヒートポンプがグリッド電力との接続ができる状況にあること。
- ✓ オプションとして、グリッドに接続された太陽光発電を導入すること。
- ✓ 既存ボイラーを地中熱利用ヒートポンプに置き換える際、その他の温水配管、温水循環ポンプ、放熱器等の暖房システムは変更しないこと。

イ. リファレンスシナリオ

モンゴルの状況を踏まえ、リファレンスシナリオは、現状維持（石炭焚きボイラー（ボイラー効率40%）の使用継続である。

尚、リファレンスシナリオは、CDMの追加性の証明手法を参考に、現段階で考えられるシナリオ（本事業を含む）について、投資バリア、技術バリア、一般的慣行バリアによるシナリオ分析を行って、特定する。

現段階で考えられるシナリオは、表3.1.3-1に示す通り10種類である。

表3.1.3-1　現段階で考えられるシナリオ

番号	シナリオ内容
1	現状維持（非効率な（ボイラー効率 40%）石炭焚きボイラーの使用継続）
2	現状の非効率な石炭焚きボイラーを高効率な石炭焚きボイラーに置き換え
3	現状の非効率な石炭焚きボイラーを（石炭）火力発電所からの熱電併給に置き換え
4	現状の非効率な石炭焚きボイラーを電気ヒーターに置き換え
5	現状の非効率な石炭焚きボイラーを石油ボイラーに置き換え
6	現状の非効率な石炭焚きボイラーをガスボイラーに置き換え
7	現状の非効率な石炭焚きボイラーをバイオマスボイラーに置き換え
8	現状の非効率な石炭焚きボイラーを空気熱源ヒートポンプに置き換え
9	現状の非効率な石炭焚きボイラーを水熱源ヒートポンプに置き換え
10	現状の非効率な石炭焚きボイラーを地中熱利用ヒートポンプに置き換え（プロジェクトシナリオ）

シナリオ分析の結果を、以下に示す。

◆ **シナリオ1：現状維持（非効率な（ボイラー効率40%）石炭焚きボイラーの使用継続）**

シナリオ1は現状維持であり、バリアがない。従って、シナリオ1はリファレンスシナリオになりえる。尚、モンゴルにおける国連登録済のCDMプロジェクトRef. No. 0295 A Retrofit Programme for Decentralised Heating Stations in Mongoliaにおいても、レファレンスのボイラー効率は40%と設定されている。

◆ **シナリオ2：現状の非効率な石炭焚きボイラーを高効率な石炭焚きボイラーに置き換え**

以下の経済分析に示す通り、シナリオ2には投資バリアがある。従って、シナリオ2はレファレンスシナリオにはなりえない。

- ✓ モンゴル国内では、DTX-7という1MWのボイラー（ボイラー効率75%）があるが、その価格は工事費込で150,000～200,000US$/MW（出典：ADB's Poverty Reduction Project）と非常に高価である。
- ✓ 本事業で検討中のモデルプロジェクトについて経済分析を実施したところ、高効率ボイラーへ更新した場合のIRRはせいぜい11%である。
- ✓ 一方、モンゴルでは、トグログ建預金金利が年率10～15%と高いことから、貸出金利も年率12～23%と高く設定されている。
- ✓ つまり、投資家は金を借りて資金を調達しても、IRR11%では返済することができないし、手持ちの金を投資するよりも預金した方が得である。
- ✓ 従って、ボイラー更新への投資は考えにくい。

表3.1.3-2　モデルプロジェクトの経済分析（単位Tg）

年次	キャッシュフロー	IRR	年次	キャッシュフロー	IRR
0	－9,292,800	回収できない	8	1,273,206	2%
1	1,273,206	回収できない	9	1,273,206	4%
2	1,273,206	回収できない	10	1,273,206	6%
3	1,273,206	回収できない	11	1,273,206	8%
4	1,273,206	回収できない	12	1,273,206	9%
5	1,273,206	回収できない	13	1,273,206	9%
6	1,273,206	回収できない	14	1,273,206	10%
7	1,273,206	回収できない	15	1,273,206	11%

シナリオ 2 の分析

- ■ 延床面積：657m^2
- ■ ピーク暖房負荷：48.4 kW
- ■ 年間暖房負荷：143,807kWh/年（218.9kWh/m^{2}年）
- ■ プロジェクト期間：15 年
- ■ 現在のボイラー効率：40%
- ■ 更新後のボイラー効率：75%
- ■ 石炭単価：30,000Tg/ton
- ■ 石炭排出係数：0.0258tonC/GJ
- ■ 石炭発熱量：3,400kcal/kg
- ■ イニシャルコスト
  150,000US$÷1MW×48.4kW＝7,260US$＝9,292,800Tg
- ■ 現在のボイラーを使用しづけた場合の年間エネルギーコスト
  218.9kWh/m^{2}年÷0.40×657m^2×860kcal/kWh÷3,400kcal/kg÷1,000kg/ton×30,000Tg/ton
  ＝2,728,299Tg/年
- ■ ボイラーを更新した場合の年間エネルギーコスト
  218.9kWh/m^{2}年÷0.75×657m^2×860kcal/kWh÷3,400kcal/kg÷1,000kg/ton×30,000Tg/ton
  ＝1,455,093Tg/年
- ■ エネルギーコストの差額
  2,728,299Tg/年－1,455,093Tg/年＝1,273,206Tg/年
- ■ 単純回収年数
  9,292,800Tg÷1,273,206Tg/年＝7.3 年
- ■ 現在のボイラー（効率 40%）を使用しづけた場合の排出量
  218.9kWh/m^{2}年÷0.40×657m^2×3,600kJ/kWh×0.0258tonC/GJ÷1,000,000kJ/GJ×44÷12
  ＝122tonCO_2/年
- ■ ボイラーを更新した場合の排出量
  218.9kWh/m^{2}年÷0.75×657m^2×3,600kJ/kWh×0.0258tonC/GJ÷1,000,000kJ/GJ×44÷12
  ＝65tonCO_2/年
- ■ 排出削減量
  122tonCO_2/年－65tonCO_2/年＝57tonCO_2/年
- ■ 排出削減当たりのコスト
  （9,292,800Tg－1,273,206Tg/年×15 年）÷（57tonCO_2/年×15 年）＝－11,468Tg/tonCO_2
  ＝－8.96US$/ton$CO_2$

その他シナリオ2がレファレンスシナリオになりえない理由を以下に示す。

- ✓ 本事業サイトとなるソムセンター、アイマグセンターでは、石炭購入費用を国から予算として受け取っており、高効率ボイラーやその他の機器に置き換えなければならないインセンティブがない。
- ✓ 現行のボイラー効率改善プロジェクトは全額無償援助でのみ進行している。
- ✓ 省エネ法が国会で審議中（平成24年春可決見込）であるが、鉱物資源エネルギー省へのヒアリングによれば、この法案にはソムセンター、アイマグセンターのボイラー効率を計画的に改善していくことは盛り込まれておらず、組織的にボイラー効率を改善する取

り組みは検討されていない。また仮に、そのような改善が盛り込まれたとしても、その実効性は法施行後に確認してみないとわからない。

◆ **シナリオ3：現状の非効率な石炭焚きボイラーを（石炭）火力発電所からの熱電併給に置き換え**

本事業は、熱電併給が期待できない地方都市での実施を考えている。従って、シナリオ3はレファレンスシナリオにはなりえない。

◆ **シナリオ4：現状の非効率な石炭焚きボイラーを電気ヒーターに置き換え**

以下に示す通り、シナリオ4には投資バリアがある。従って、シナリオ4はレファレンスシナリオにはなりえない。

✓ 石炭の熱量当たりの単価は、30,000Tg/ton÷3,400Mcal/ton＝8.82Tg/Mcalである。ボイラー効率を考慮すれば、8.82Tg/Mcal÷0.4＝22.1 Tg/Mcalである。

✓ 一方、電気ヒーターを使用した場合の熱量当たりの単価は、80Tg/kWh÷0.86Mcal/kWh＝93Tg/Mcalである。電気ヒーター効率は100％と見込める。

✓ 従って、電気ヒーターに置き換えるとコストアップとなる。

◆ **シナリオ5：現状の非効率な石炭焚きボイラーを石油ボイラーに置き換え**

以下に示す通り、シナリオ5には投資バリアがある。従って、シナリオ5はレファレンスシナリオにはなりえない。

✓ 石炭の熱量当たりの単価は、30,000Tg/ton÷3,400 Mcal/ton＝8.82Tg/Mcalである。

✓ 一方、ディーゼル油の熱量当たりの単価は、1,500Tg/L÷37.7MJ/L×4.1868MJ/Mcal＝167Tg/Mcalである。

✓ 従って、石油ボイラーに置き換えるとコストアップとなる。

◆ **シナリオ6：現状の非効率な石炭焚きボイラーをガスボイラーに置き換え**

以下に示す通り、シナリオ6には一般的慣行バリアがある。従って、シナリオ6はレファレンスシナリオにはなりえない。

✓ 液化石油ガスは一部のレストランで使用されている程度である。
✓ 全国的に天然ガスパイプライン、液化石油ガスパイプラインが存在しない。
✓ 以上の理由から、ガスを暖房用の燃料に使用することは一般的ではない。

◆ **シナリオ7：現状の非効率な石炭焚きボイラーをバイオマスボイラーに置き換え**

以下に示す通り、シナリオ7には一般的慣行バリアがある。従って、シナリオ7はレファレンスシナリオにはなりえない。

✓ モンゴルの地方都市には森林資源が乏しい。林業も盛んではない。

✓ 燃料になりそうな家畜の糞は遊牧民が個別に消費し尽くす。
✓ 以上の理由から、暖房に必要な量のバイオマスが確保できない。

◆ シナリオ8：現状の非効率な石炭焚きボイラーを空気熱源ヒートポンプに置き換え

以下に示す通り、シナリオ8には技術バリアがある。従って、シナリオ8はレファレンスシナリオにはなりえない。

✓ モンゴルの冬は、気温が－40℃以下になることも珍しくない。
✓ 空気熱源ヒートポンプは、外気温度が－25～20℃になると運転が不可能になる。

◆ シナリオ9：現状の非効率な石炭焚きボイラーを水熱源ヒートポンプに置き換え

以下に示す通り、シナリオ9には技術バリアがある。従って、シナリオ9はレファレンスシナリオにはなりえない。尚、地下水が利用可能な場合は、シナリオ10として扱う。

✓ モンゴルは内陸国で乾燥しており、利用可能な場所に河川や湖沼はほとんどない。
✓ 河川はあっても途中で干上がってしまい、河川や湖沼は冬季には凍結する。
✓ つまり、河川や湖沼は水熱源として信頼できない。

◆ シナリオ10：現状の非効率な石炭焚きボイラーを地中熱利用ヒートポンプに置き換え（プロジェクトシナリオ）

以下に示す通り、シナリオ10（プロジェクトシナリオのうち、オプション1）には投資バリアがある。従って、シナリオ10はレファレンスシナリオにはなりえない。

✓ 石炭の熱量当たりの単価は、30,000Tg/ton÷3,400Mcal/ton＝8.82Tg/Mcalである。ボイラー効率を考慮すれば、8.82Tg/Mcal÷0.4＝22.1 Tg/Mcalである。

✓ 一方、ヒートポンプを使用した場合の熱量当たりの単価は、COPを高めの3.0としても、80Tg/kWh÷0.86Mcal/kWh÷3.0＝31Tg/Mcalである。

✓ 従って、ヒートポンプに置き換えるとコストアップとなる。

シナリオ 10、オプション 1 の分析（詳細は第 4 章参照）

■ 延床面積：657m^2
■ ピーク暖房負荷：48.4 kW
■ 年間暖房負荷：143,807kWh/年（218.9kWh/m^2年）
■ プロジェクト期間：15 年
■ 現在のボイラー効率：40%
■ ヒートポンプ年間平均 COP：2.6
■ 電力単価：80Tg/kWh
■ 石炭単価：30,000Tg/ton
■ 電力排出係数：1.15 tonCO_2/MWh
■ 石炭排出係数：0.0258tonC/GJ
■ 石炭発熱量：3,400kcal/kg
■ イニシャルコスト
456 千 US$
■ 現在のボイラーを使用しづけた場合の年間エネルギーコスト
218.9kWh/m^2年÷0.40×657m^2×860kcal/kWh÷3,400kcal/kg÷1,000kg/ton×30,000Tg/ton
＝2,728,299Tg/年
■ ボイラーをヒートポンプに更新した場合の年間エネルギーコスト
56,840kWh/年×80Tg/kWh＝4,547,200Tg/年
■ エネルギーコストの差額
2,728,299Tg/年－4,547,200Tg/年＝－1,818,901Tg/年
■ 単純回収年数
（回収できない）
■ 現在のボイラーを使用しづけた場合の排出量
218.9kWh/m^2年÷0.40×657m^2×3,600kJ/kWh×0.0258tonC/GJ÷1,000,000kJ/GJ×44÷12
＝122tonCO_2/年
■ ボイラーをヒートポンプに更新した場合の排出量
56,840kWh/年×1.15 tonCO_2/MWh÷1,000kWh/MWh＝65tonCO_2/年
■ 排出削減量
122tonCO_2/年－65tonCO_2/年＝57tonCO_2/年
■ 排出削減当たりのコスト
（456 千US$＋1,818,901Tg/年÷1,280Tg/US$×15 年）÷（57ton$CO_2$/年×15 年）＝558US$/tonCO_2

仮に、オプション2として太陽光発電を導入しても、その経済性（単純回収年数＝138年）はシナリオ2のそれ（単純回収年数＝7.3年）を超えることはあり得ない。従って、シナリオ2がレファレンスシナリオになりえない以上、シナリオ10もレファレンスシナリオにはなりえない。

シナリオ 10、オプション 2 の分析（詳細は第 4 章参照）

- ■ 延床面積：657m^2
- ■ ピーク暖房負荷：48.4 kW
- ■ 年間暖房負荷：143,807kWh/年（218.9kWh/m^{2}年）
- ■ プロジェクト期間：15 年
- ■ 現在のボイラー効率：40%
- ■ ヒートポンプ年間平均 COP：2.6
- ■ 熱源水ポンプを含むヒートポンプ年間消費電力量：56,840kWh/年
- ■ 電力単価（購電）：80Tg/kWh
- ■ 電力単価（売電）：0.15US$/kWh
- ■ 石炭単価：30,000Tg/ton
- ■ 電力排出係数：1.15 tonCO$_2$/MWh
- ■ 石炭排出係数：0.0258tonC/GJ
- ■ 石炭発熱量：3,400kcal/kg
- ■ イニシャルコスト
  982 千 US$
- ■ 現在のボイラーを使用しづけた場合の年間エネルギーコスト
  218.9kWh/m^{2}年÷0.40×657m^2×860kcal/kWh÷3,400kcal/kg÷1,000kg/ton×30,000Tg/ton
  ＝2,728,299Tg/年
- ■ ボイラーをヒートポンプに更新した場合の年間エネルギーコスト
  56,840kWh/年×80Tg/kWh＝4,547,200Tg/年
- ■ 売電収入
  56,840kWh/年×0.15US$/kWh＝8,526US$/年
- ■ エネルギーコストの差額
  （2,728,299Tg/年－4,547,200Tg/年）÷1,280Tg/US$＋8,526US$/年＝7,105US$/年
- ■ 単純回収年数
  982 千 US$÷7,105US$/年＝138 年
- ■ 現在のボイラーを使用しづけた場合の排出量
  218.9kWh/m^{2}年÷0.40×657m^2×3,600kJ/kWh×0.0258tonC/GJ÷1,000,000kJ/GJ×44÷12
  ＝122tonCO$_2$/年
- ■ ボイラーをヒートポンプに更新した場合の排出量
  0tonCO$_2$/年
- ■ 排出削減量
  122tonCO$_2$/年－0tonCO$_2$/年＝122tonCO$_2$/年
- ■ 排出削減当たりのコスト
  （982 千US$－7,105US$/年×15 年）÷（122tonCO$_2$/年×15 年）＝478US$/tonCO$_2$

その他シナリオ10がレファレンスシナリオになりえない理由を以下に示す。

✓ 地中熱利用ヒートポンププロジェクトは資金源が100%補助金か、コスト度外視の案件のみ進行している。

◆ シナリオ分析のまとめ

以上のシナリオ分析結果により、シナリオ1の現状維持（ボイラー効率40%）がリファレンスシナリオであると特定された。

また、プロジェクトシナリオであるシナリオ10はリファレンスシナリオではないことから、本事業の追加的な削減効果も明らかである。

ウ. プロジェクト境界

本事業のバウンダリーは、事業を行う個々の公共建築物とする。

また、本事業の実施に大きく起因するすべての人為的な温室効果ガスの排出源は、表3.1.3-3に示す通りとする。

表3.1.3-3　温室効果ガスの排出源

区　分	排出源	ガス	計算に含めるか	理　　由
レファレンス	既存ボイラーの燃料消費	CO_2	Yes	レファレンスの主要な排出源である。
	石炭輸送に係る排出	CO_2	No	微々たるものであり、考慮しない。
	温水供給用循環ポンプの動力	CO_2	No	プロジェクトと同量となるので考慮しない。
プロジェクト活動	ヒートポンプの燃料消費（電力消費）	CO_2	Yes	プロジェクト活動の主要な排出源である。
	ヒートポンプからの冷媒漏洩	R134a 等	No	以下に示す通り、無視する。
	建設工事からの排出	CO_2	No	微々たるものであり、考慮しない。
	温水供給用循環ポンプの動力	CO_2	No	レファレンスと同量となるので考慮しない。

本事業のヒートポンプからの冷媒の漏洩については、以下の理由により、計算には含めないこととする。

- ✓ 既存の国内排出権取引制度において無視されている。
- ✓ モデルプロジェクトを想定して、冷媒漏洩による排出量を試算（以下）したところ、排出量はプロジェクト排出量の2.7%程度である。
- ✓ 上記試算において、冷媒漏洩率は国内クレジット制度の方法論002に示された文献※から、稼動時充填量の3～5%と設定したが、この値は、整備時の漏れ、事故等の漏れを含んだ数字であり、実際のプロジェクトにおける冷媒の漏洩率はもっと少ない。

冷媒漏洩量の試算結果

冷媒の封入量は、R134a を冷媒として使用している某ヒートポンプメーカーからの情報によれば、1 馬力当たり 0.68～1kg である。1 馬力は、暖房能力でおよそ 2～2.3kW のため、暖房能力当たりの冷媒封入量は 0.3～0.5kg/kW である。

モデルプロジェクトで使用するヒートポンプ能力は 48.4kW のため、冷媒の封入量は多めに見積もって 0.5kg/kW×48.4＝24.2kg である。

従って、冷媒漏洩量は、多めに見積もって 24.2kg×5%＝1.21kg である。

これをCO_2換算すれば、R134aのGWPが 1,430 であることから、1.21kg×1,430＝1.73tonCO_2

これに対して、第 4 章に示す通り、レファレンス排出量は 109～122tonCO_2/year、プロジェクト排出量は 64tonCO_2/yearである。

ゆえに、冷媒の漏洩量は、多めに見積もって、レファレンス排出量の 1.6%、プロジェクト排出量の 2.7%である。

※「産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止対策　小委員会資料（資料 1-1～1-3 参照）」（http://www.meti.go.jp/committee/materials2/data/g90317aj.html）

エ．リーケージ

本事業のバウンダリーは、事業を行う個々の公共建築物である。火力発電所の排出もプロジェクト境界に含めるため、リーケージはない。

オ．GHG排出量・削減量の定量化

GHG排出量及び排出削減量は、D案を採用することを前提に、以下の方法により定量化する。

(ⅰ) 各サイトの排出削減量の定量化

各気候帯j（6気候帯、j＝1～6）に属する各サイト（i＝1～N）では、以下の方法で、レファレンス排出量及びプロジェクト排出量を算出する。排出削減量$ERC_{j,i}$は、レファレンス排出量とプロジェクト排出量の差である。

尚、デグリデーとは「(室内温度－外気温度）×時間積分値」である。

＜オプション1：地中熱利用ヒートポンプを導入した場合＞

レファレンス排出量①＝デグリデー×レファレンス標準排出量÷標準デグリデー
プロジェクト排出量①＝デグリデー×プロジェクト標準排出量÷標準デグリデー

＜オプション2：地中熱利用ヒートポンプと太陽光発電を組み合わせて導入した場合＞

レファレンス排出量①：オプション1と同じ
プロジェクト排出量①＝ デグリデー×プロジェクト標準排出量÷標準デグリデー
－日射量×標準発電量÷標準日射量×系統排出係数

(ⅱ) 補正用の排出削減量の定量化

各気候帯j（6気候帯、j＝1～6）に1サイト限定（i＝1）で、上記①の方法に加えて、以下の式でレファレンス排出量とプロジェクト排出量を定量化する。排出削減量$ERA_{j,1}$は、レファレンス排出量とプロジェクト排出量の差である。

＜オプション1：地中熱利用ヒートポンプを導入した場合＞

レファレンス排出量②＝供給熱量÷ボイラー効率×石炭排出係数
プロジェクト排出量②＝消費電力量×系統排出係数

＜オプション2：地中熱利用ヒートポンプと太陽光発電を組み合わせて導入した場合＞

レファレンス排出量②：オプション1と同じ
プロジェクト排出量②　＝消費電力量×系統排出係数
※消費電力量は系統から購入した正味の電力量とする

(iii) 総排出削減量の定量化

総排出削減量は、以下の式で定量化する。ここで符号jは気候帯番号、iはサイト番号を表す。

$$\text{総排出削減量} = \sum_{j=1\sim6,\ i=1\sim N} (ER_{j,1} \div ERC_{j,1} \times ERC_{j,i}))$$

ここで、$ER_{j,1}$は$ERA_{j,1}$と$ERC_{j,1}$のうちの小さい方を指す。

カ. モニタリング計画

モニタリング計画は、表3.1.3-4に示す通りである。

モニタリング項目は、外気温度、消費電力量、供給熱量である。外気温度は各気候帯で1ヶ所、毎正時の測定とし、原則として気象台等で測定されたデータを利用する。消費電力量、供給熱量は、各気候帯で代表する1サイトを選び、年1回、電力量計、熱量計の積算値を記録する。

太陽光発電を組み合わせたプロジェクトとする場合は、外気温度とあわせて日射量の記録も行う。

表3.1.3-4　モニタリング計画

＜オプション1：地中熱利用ヒートポンプを導入した場合＞

モニタリング項目		場所	頻度	方法
1	外気温度	各気候帯で 1 ヶ所 （サイトもしくは気象台）	毎正時	・ 温度計による計測 ・ 標準外気温度は既存資料を利用
2	消費電力量	各気候帯で代表する 1 サイト	年 1 回	・ 電力量計による計測
3	供給熱量	各気候帯で代表する 1 サイト	年 1 回	・ 熱量計による計測

＜オプション2：地中熱利用ヒートポンプと太陽光発電を組み合わせて導入した場合＞

モニタリング項目		場所	頻度	方法
1	外気温度	各気候帯で 1 ヶ所 （サイトもしくは気象台）	毎正時	・ 温度計による計測 ・ 標準外気温度は既存資料を利用
2	日射量	各気候帯で 1 ヶ所 （サイトもしくは気象台）	毎正時	・ 日射計による計測 ・ 標準日射量は既存資料を利用
3	消費電力量	各気候帯で代表する 1 サイト	年 1 回	・ 電力量計による計測
4	供給熱量	各気候帯で代表する 1 サイト	年 1 回	・ 熱量計による計測

3.2　GHG排出削減効果の測定・報告・検証（MRV）手法

3.2.1　国際的なMRV要件

ア．気候変動枠組条約に係るMRV

(ⅰ) バリ行動計画（Bali action plan）

「測定・報告・検証：MRV（Measurement, reporting, verification)」という概念が気候変動枠組条約内で明確に示されたのは、COP13（2007年インドネシア・バリ）で採択されたバリ行動計画である。

バリ行動計画は、京都議定書の第一約束期間終了後である2013年以降の国際的な枠組み構築の検討に係る行程を示したものである。本行動計画では、先進国（developed countries）・途上国（developing countries）双方が、「測定可能（Measurable)」で、「報告可能（Reportable)」かつ「検証可能（Verifiable)」な緩和行動（mitigation action）を進めていくよう求めている。

現状の気候変動枠組条約及び京都議定書においては、先進国（京都議定書の付属書Ⅰ国）と途上国（京都議定書の非付属書Ⅰ国）間で、国別報告書（National Communication）、温室効果ガスインベントリ（CRF（Common Reporting Format）及びNIR（National Inventory Report))の報告義務等に、MRVに関連する大きな差異（表3.2.1-2に示す）が存在している。

本行動計画は、MRVを双方ともに原則化していくことで、その差異を埋めることが全地球的な気候変動の緩和措置促進のために必要という考え方を合意したものと言える。

表3.2.1-1　バリ行動計画におけるMRV記述

Decision 1/CP.13　Bali Action Plan

（略）

1. Decides to launch a comprehensive process to enable the full, effective and sustained implementation of the Convention through long-term cooperative action, now, up to and beyond 2012, in order to reach an agreed outcome and adopt a decision at its fifteenth session, by addressing, inter alia:
   (a) （略）
   (b) Enhanced national/international action on mitigation of climate change, including, inter alia, consideration of:
      (i) **Measurable, reportable and verifiable** nationally appropriate mitigation commitments or actions, including quantified emission limitation and reduction objectives, by all developed country Parties, while ensuring the comparability of efforts among them, taking into account differences in their national circumstances;
      (ii) Nationally appropriate mitigation actions by developing country Parties in the context of sustainable development, supported and enabled by technology, financing and capacity-building, in a **measurable, reportable and verifiable** manner;（後略）

表3.2.1-2　京都議定書の附属書Ⅰ国と非附属書Ⅰ国の報告義務の差異比較

対象報告		附属書Ⅰ国	非附属書Ⅰ国
国別報告書	報告頻度	3～5 年に一度	数年に一度 ※ ほとんどの国が第 1 回しか提出していない
	報告内容	・ 温室効果ガスインベントリ情報の他、政策等具体的な対策とその効果を示す。 ・ 京都議定書に基づく補足情報が必要（国内制度、国別登録簿等）	温室効果ガスインベントリ他、想定される緩和対策等
	審査	専門家チームによる詳細審査あり	なし
温室効果ガス インベントリ	報告頻度	毎年	なし
	CRF	共通報告様式に基づく排出・吸収データの提出	なし
	NIR	排出・吸収量算定方法及びその根拠となるデータ等の記載が必要	なし
	対象年	1990 年を基準年に毎年	第 1 回国別報告書 : 1994 年または 1990 年 第 2 回国別報告書：2000 年のみ 第 3 回国別報告書：特に規定なし
	国内制度	インベントリを作成するための国内制度構築が必要	なし
	審査	他国の専門家チームによる審査	なし

出典：「MURC 政策研究レポート　気候変動抑制に向けた MRV（測定・報告・検証）の国際枠組み構築に関する現状と課題～（1）MRV に関する議論の概要と展望」（2011 年、三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング）の情報を加工整理

(ⅱ) コペンハーゲン合意（Copenhagen Accord）

COP15（2009年12月デンマーク・コペンハーゲン）におけるコペンハーゲン合意（留意）においては、MRVに関連する事項の方向性やプロセスが示された。

先進国による排出削減及び資金の提供については、「既存あるいは追加的なガイドラインに従い、測定され、報告され、検証される」とし、従来行われてきたMRVが強化されることが示されたと言える。

途上国については、各国の緩和行動に関する情報の報告（国別報告書を通じて2年ごと）をすることが求められるとともに、途上国自身の緩和行動は国内的なMRVの対象となり、「国際的な協議及び分析（International Consultations and Analysis：ICA)」に供するため、国別報告書を通じて自国の行動の実施に関する情報を付与することとなった。また、国際的な支援を必要とする「国内での適切な緩和行動（National appropriate mitigation actions：NAMA)」は、関連する技術、資金及び能力開発の支援とともにレジストリに記録され、支援を受けたNAMAは国際的なMRVの対象とすることとなった。

表3.2.1-3　コペンハーゲン合意に示されたMRVの方向性等

Decision 2/CP.15　Copenhagen Accord

（略）

4. Annex I Parties commit to implement individually or jointly the quantified economy wide emissions targets for 2020, to be submitted in the format given in Appendix I by Annex I Parties to the secretariat by 31 January 2010 for compilation in an INF document. Annex I Parties that are Party to the Kyoto Protocol will thereby further strengthen the emissions reductions initiated by the Kyoto Protocol. **Delivery of reductions and financing by developed countries will be measured, reported and verified in accordance with existing and any further guidelines adopted by the Conference of the Parties, and will ensure that accounting of such targets and finance is rigorous, robust and transparent.**

5. Non-Annex I Parties to the Convention will implement mitigation actions, including those to be submitted to the secretariat by non-Annex I Parties in the format given in Appendix II by 31 January 2010, for compilation in an INF document, consistent with Article 4.1 and Article 4.7 and in the context of sustainable development. Least developed countries and small island developing States may undertake actions voluntarily and on the basis of support. Mitigation actions subsequently taken and envisaged by Non-Annex I Parties, including national inventory reports, shall be communicated through national communications consistent with Article 12.1（b） every two years on the basis of guidelines to be adopted by the Conference of the Parties. Those mitigation actions in national communications or otherwise communicated to the Secretariat will be added to the list in appendix II. **Mitigation actions taken by Non-Annex I Parties will be subject to their domestic measurement, reporting and verification the result of which will be reported through their national communications every two years.** Non-Annex I Parties will communicate information on the implementation of their actions through National Communications, with provisions for international consultations and analysis under clearly defined guidelines that will ensure that national sovereignty is respected. Nationally appropriate mitigation actions seeking international support will be recorded in a registry along with relevant technology, finance and capacity building support. Those actions supported will be added to the list in appendix II. **These supported nationally appropriate mitigation actions will be subject to international measurement, reporting and verification in accordance with guidelines adopted by the Conference of the Parties.**

(iii) カンクン合意（Cancun Accord）

COP16（2010年12月メキシコ・カンクン）におけるカンクン合意においては、MRVに関連する議論の多くは決定に至らなかったが、COP15より具体的な方向性やプロセスが示された。

表3.2.1-4　カンクン合意におけるMRV関連の規定事項

	附属書 I 国	非附属書 I 国
報告頻度	・ 温室効果ガスインベントリ（毎年）	－
	・ Biennial report 隔年報告書（2 年に 1 度）	・ Biennial report 隔年報告書（2 年に 1 度）
	・ National communication 国別報告書（4 年に 1 度）	・ National communication 国別報告書（4 年に 1 度）
隔年報告に含める内容	・ 定量化された経済全体の排出目標（quantified economy-wide emissions target） ・ 達成された排出削減量 ・ 排出量予測 ・ 途上国に対する資金､技術支援及び能力開発に関する情報	・ 国家温室効果ガスインベントリ ・ 緩和行動の情報 ・ ニーズ及び支援に関する情報
国別報告書に含める内容	・ 定量化された経済全体の排出目標の達成に関する補足情報 ・ 途上国に対する資金､技術支援及び能力開発に関する情報	－
検証プロセス	・ SBI（Subsidiary Body for Implementation；実施に関する補助機関）による、定量化された経済全体の排出削減目標に関する排出･吸収量の国際的評価及び審査（international assessment and review：IAR）のプロセスを設置。	－
国内制度	温室効果ガス排出量の推計のための国家的な制度（national arrangements）を確立する必要がある。	なし。
緩和行動に関する MRV	なし。	国際的に支援を受けた緩和行動は国内的に MRV され、条約の下で開発されるガイドラインに従って国際的な MRV に供される。

出典：「MURC 政策研究レポート　気候変動抑制に向けた MRV（測定・報告・検証）の国際枠組み構築に関する現状と課題～（1）MRV に関する議論の概要と展望」（2011 年、三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング）の情報を加工

（iv）　UNFCCC作成のMRVガイドラインについて

UNFCCCでは、AWG-LCA他において、MRVガイドライン関連の検討が進められてきた。当初その成果は、2011年11月28日～12月9日に開催された南アフリカ共和国・ダーバンでのCOP17において公表される予定であったが、COP17に向けたAWG-LCA等の作業部会からは具体的な議論が進んでいる様子は伺えず、COP17における公表は難しいと考えられていた。

結果としてCOP17では、2015年合意を目指す「ダーバン・プラットフォーム」（新たな気候変動枠組制度）の検討を始めることが決定し、AWG-LCAの成果として、先進国及び非附属書 I 国の隔年報告書についてのガイドライン（MRVガイドライン）が公表されたがについても、非附属書 I 国が国内で実施すべきMRV制度や、二国間オフセット・クレジット制度

で遵守すべきMRV制度の設計指針は示されていない。従来のAWG-LCAの延長か、あるいはそれに替わる新たな作業部会等が検討を引き継ぐことになると考えられる。

イ．既存のスキームにおけるMRVの状況

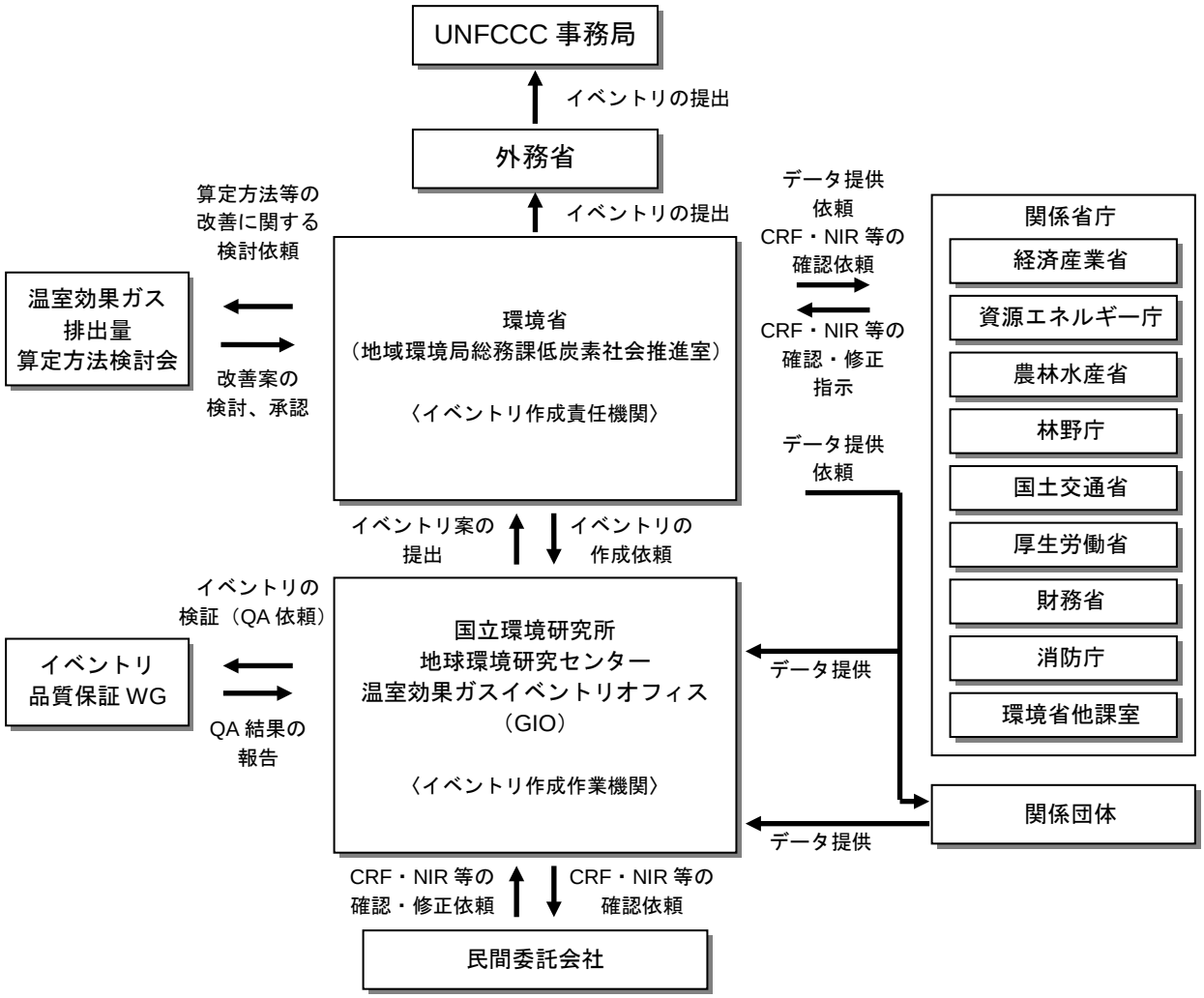
MRVはバリ行動計画以降注目を浴びているが、京都議定書以降の関連書類や報告書でも適用されている。その他、国際的な基準としてISO、またVER制度としてゴールド・スタンダード（The Gold Standard）等の認証制度がある。また、国内の排出量取引関係としてJ-VER、JVETS等が存在している。

(ⅰ) 国別報告書及び温室効果ガスインベントリ報告書等におけるMRV

国別報告書（National Communication）は、国連気候変動枠組条約（UNFCCC）に批准した国が自国におけるGHG排出量を報告するものである。京都議定書の附属書Ⅰ国は、国別報告書を4年に1度提出することとなっている。国別報告書は、UNFCCCによる報告書内容の書面審査の他、審査対象国に詳細審査チームが訪問し、政府機関と直接意見交換を行う。審査後は詳細審査報告書を対象国政府と調整の上作成し、締約国会議に報告することになっている。

温室効果ガスインベントリ報告書（NIR）は、京都議定書附属書Ⅰ国に義務付けられているもので、毎年提出を義務付けられている。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）により作成された「1996年改訂版 温室効果ガスの排出・吸収に関する国家目録作成のためのガイドライン（Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories）」（以下、「1996年改訂IPCCガイドライン」）が定められており、排出量と吸収量の算出方法は、原則これに従うこととされている。また、京都議定書の下では、NIRを作成するための国内制度の構築が求められており、我が国では、環境省が関係省庁及び関係団体の協力を得ながら、気候変動枠組条約及び京都議定書に基づき、気候変動枠組条約事務局に毎年提出するインベントリを作成している。

UNFCCCへ提出されたNIRは、UNFCCCによる審査及び指摘を受ける。また、国内におけるチェック体制としては、インベントリの算定方法や専門的な評価・検討については「温室効果ガス排出量算定方法検討会」が、民間委託会社によるQC活動（数値チェック等）、インベントリ作成に直接関与していない専門家によるインベントリ品質保証ワーキンググループ（QAWG）による、算定方法、活動量、排出係数等、CRF及びNIRにおける報告内容の妥当性の確認が行われている。



出典：「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」(2011 年、温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）編　環境省地球環境局総務課低炭素社会推進室 監修)

図3.2.1-1　日本における温室効果ガスインベントリ報告書（NIR）の作成体制

(ⅱ) CDM/JIにおけるMRV

「クリーン開発メカニズム」(Clean Development Mechanism: CDM）は、京都議定書第12条により規定され、GHG排出量の上限が設定されていないホスト国（非附属書 I 国）において、排出削減または吸収プロジェクトを実施する活動である。プロジェクトの結果生じた排出削減量（または吸収量）が認証排出削減量（クレジット（Certificate Emission Reduction: CER））として発行される。

「共同実施」(Joint Implementation: JI）は、京都議定書第6条により規定され、GHG排出量の上限が設定されている国（附属書 I 国）同士が、それぞれホスト国及び投資国として協力して排出削減または吸収プロジェクトを附属書 I 国内で実施する。その結果生じた排出削減量（または吸収量）が排出削減単位（クレジット（Emission Reduction Unit: ERU））として発行される。

CDM及びJIにおけるMRVの現状をまとめると表の通りである。

表3.2.1-5　CDM及びJIにおけるMRVの状況

項目	CDM	JI
M 定量化	プロジェクト参加者は、CDM 理事会が承認した方法論を用いた定量化及びモニタリング方法を記載した PDD を作成する	プロジェクト参加者が作成した方法論を用い、定量化及びモニタリング方法を記載した JIPDD を作成する
R 報告	プロジェクト参加者は PDD を作成するとともに、PDD に記載した方法でモニタリングを実施し、モニタリング報告書を作成する	プロジェクト参加者は JIPDD を作成するとともに、JIPDD に記載した方法でモニタリングを実施し、モニタリング報告書を作成する
V 検証	プロジェクト参加者はプロジェクト登録時に PDD を、クレジット申請時にモニタリング報告書を作成し、第三者機関である DOE による有効化審査及び検証を受けたうえで、CDM 理事会の承認を得るという検証スキームがある	プロジェクト参加者はプロジェクト登録時に JIPDD を、クレジット申請時にモニタリング報告書を作成し、認定独立組織 AIE 及び JI 監督委員会による有効化審査及び検証を受けるという検証スキームがある

(ⅲ) ISO14064、ISO14065におけるMRV

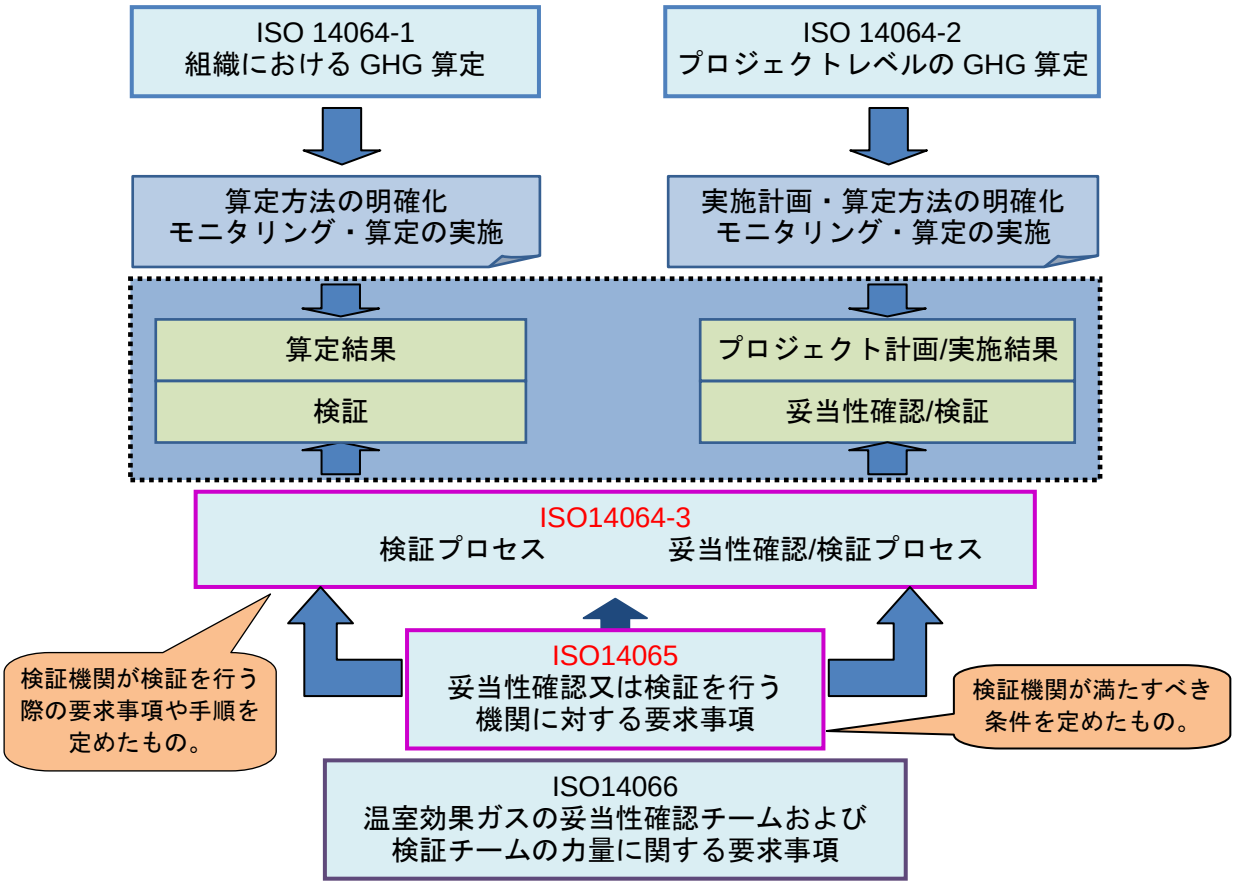
国際的に用いられるGHGガス算定に関するMRVとしては、ISO（国際標準化機構）が定めるISO14064、ISO14065、ISO14066（以下、まとめてISO14064等と言う）がある。

ISO14064等は、企業の環境マネジメントシステムについて国際標準にあることを認証するISO14000シリーズの一部であるが、京都議定書締結後に整備されたこともあり、GHG排出量の算定、報告、検証に関する国際的な標準化を目指したものと言われている。

ISO14064-1は（企業の）インベントリ作成に係る要件、ISO14064-2はプロジェクトの設計から検証までの方法に係る要件、ISO14064-3は検査と検証に係る要件である。また、ISO14065とISO14066は、検証機関への要求事項等になっている。

ISO14064等が要求するGHG排出量のMRVスキームは、UNFCCCがCDMに求めているMRVスキームに良く似ている。大きな違いは、国ではなく、個々の企業が独自に認証機関に依頼し、認証を受ければISO認証を国際的に名乗れる点である。

ISO14064等は、米国、カナダ、豪州、UK-UKAS、日本等でGHG排出削減等のプログラムに適用され、活用範囲が拡大している。



出典：「温室効果ガス排出量の算定と検証について（ISO14064, 14065 関連）」（平成 23 年、環境省地球環境局地球温暖化対策課市場メカニズム室　環境省平成 22 年度「企業・組織が行う温室効果ガス排出量の算定と検証に関する自治体等向け説明会」資料）を一部加工

図3.2.1-2　ISO14064、ISO14065、ISO14066の関係性

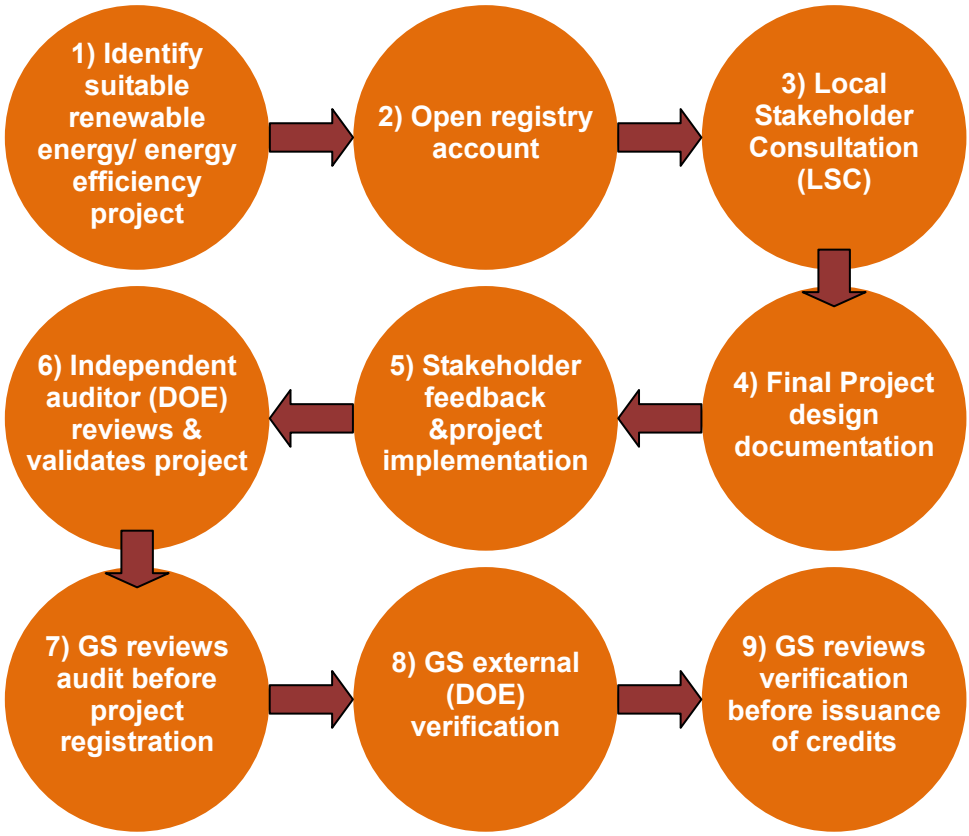
（ⅳ）　その他VERのMRV

VER（Verified Emission Reduction）認証機関は、世界に15程度存在する。そのうち、国際的な基準を踏襲しているものの1つとしてゴールド・スタンダード（Gold Standard：GS）のMRVについて整理する。

ゴールド・スタンダードは、当初、国連が登録承認したCDM/JI事業に対し、その質を認証することを目的とした（ゴールド・スタンダードCDM/JIプロジェクト）。しかし、現在は、CDM/JI事業以外の独自の事業を対象にし、VERを発行することが可能な仕組みとなっている（ゴールド・スタンダードVERプロジェクト）。尚、当然のことながらGS認証を受けたCER/ERUは、VERとダブルカウントできず、あくまで付加価値として扱われる。

GS独自のMRVについては、図3.2.1-3に示すようなプロセスが規定されている。

CDM/JIのMRVとの違いとしては、GSでは、最初の段階で持続可能性に関する指標を各プロジェクト開発者に自前で設定させ（分野は指定あり）、それの指標のモニタリングについてDOEに検証させるという仕組みがある。



出典：「The Gold Standard　WEB サイト」（http://www.cdmgoldstandard.org/）

図3.2.1-3　GS認証のMRVプロセスの概念図

（v）J-VER及びJVETSにおけるMRV

日本国内の排出権取引に係る仕組みとして、オフセット・クレジット（J-VER）制度と自主参加型国内排出量取引制度（JVETS）がある。

J-VERは、ベースライン＆クレジット型のオフセット制度であり、ベースライン排出量（吸収量）に対してプロジェクト実施による排出削減量（吸収増大量）をクレジットとして発行できる制度である。J-VERにおけるプロジェクトの流れは図に示す通りであるが、MRV制度設計にあたってはISO14064等に準拠している。

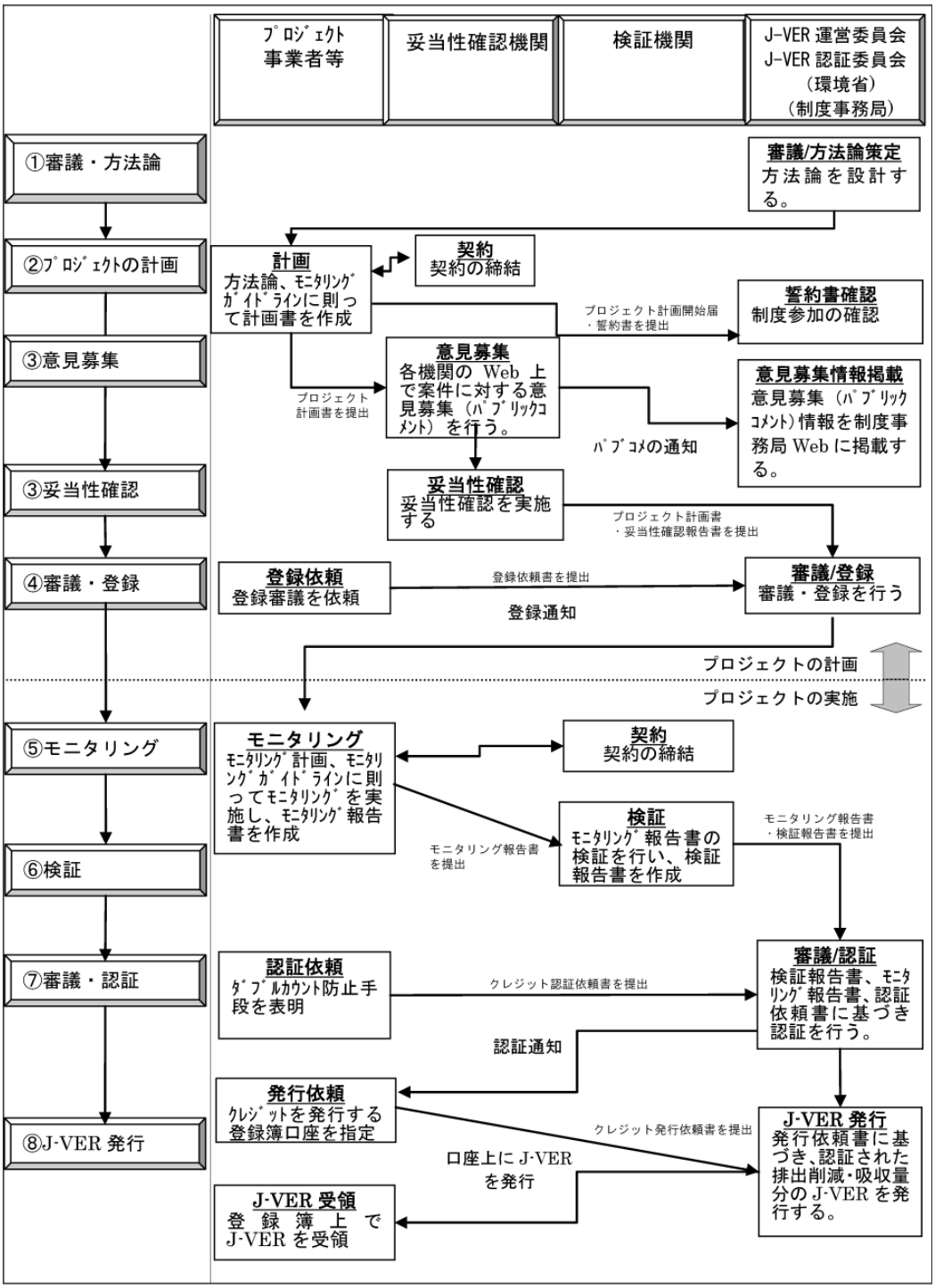
表3.2.1-6　J-VERにおけるMRVの国際標準との整合

オフセット・クレジット（J-VER）制度の基本要素	準拠した国際標準
制度枠組み、モニタリング・算定ルール	ISO14064-2
制度枠組み、妥当性確認・検証ガイドライン	ISO14064-3
検証機関の認定のための要求事項	ISO14065

出典：「オフセット・クレジット（J-VER）制度実施規則　ver.3.2」（平成 23 年、環境省）

J-VERプロジェクトにおける計画・認証・発行プロセスは、図3.2.1-4に示す通りであり、MRV制度が盛り込まれている。M（定量化）についてはJ-VER運営委員会が方法論等を整備することとなっている。R（報告）については、プロジェクト計画書・妥当性確認書及びモニタリング報告書の提出が求められている。V（検証）制度としては、J-VER認証委員

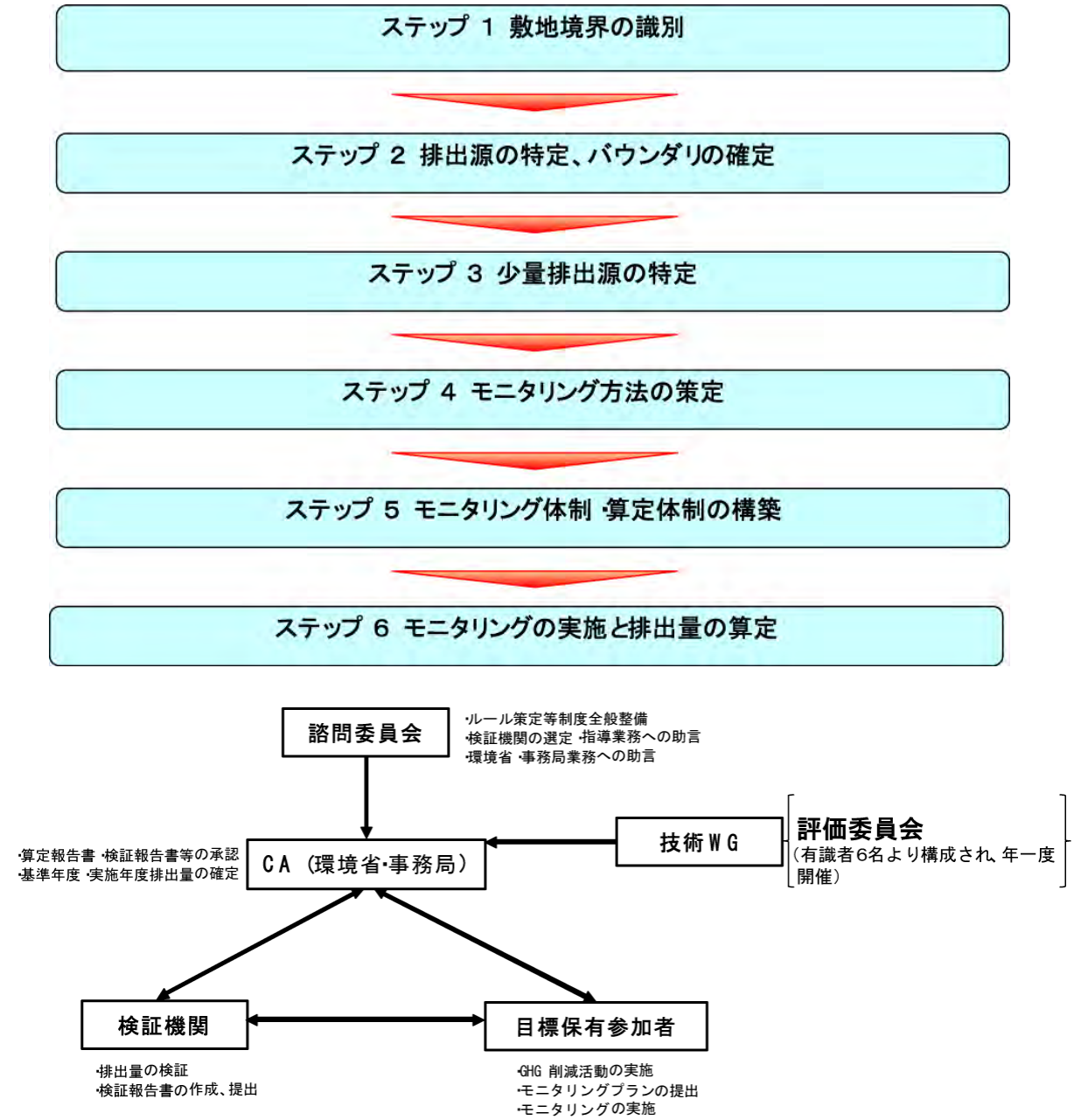
会、外部検証機関（妥当性検証機関）等によりプロジェクトの妥当性検証及びクレジット認証等を行うこととなっている。



出典：「オフセット・クレジット（J-VER）制度実施規則　ver.3.2」（平成 23 年、環境省）を一部加工

図3.2.1-4　J-VERプロジェクトの計画・認証・発行プロセス

JVETSは、キャップ＆トレード型の国内排出量取引制度であり、自主的に目標を掲げた企業が自身の努力量に応じてクレジット（目標値を超える分）を取得でき、それを参加している他の企業との間で取引が可能となる。



出典：「環境省自主参加型国内排出量取引制度（JVETS）概要」（2010 年、環境省市場メカニズム室）

図3.2.1-5　JVETSのGHG排出量算定フローと検証機関等の関係性

JVETSにおいても、MRV制度が盛り込まれており、M（定量化）及びR（報告）については「自主参加型国内排出量取引制度　モニタリング・報告ガイドライン」に、V（検証）については「自主参加型国内排出量取引制度　排出量検証のためのガイドライン」に基づき実施される。これらのガイドラインには、J-VERと同様にISO14064等に準拠していることが明記されている。

ウ. 国際的なMRVの要件

UNFCCCでは、AWG-LCA他において、MRVガイドライン関連の検討が進められてきた。当初その成果は、2011年11月28日～12月9日に開催された南アフリカ共和国・ダーバン

でのCOP17において公表される予定であったが、結果としてCOP17では、2015年合意を目指す「ダーバン・プラットフォーム」（新たな気候変動枠組制度）の検討を始めることが決定し、先進国及び非附属書Ⅰ国の隔年報告書についてのガイドライン（MRVガイドライン）が公表されたが、非附属書Ⅰ国が国内で実施すべきMRV制度や、二国間オフセット・クレジット制度で遵守すべきMRV制度の設計指針は示されていない。MRVガイドラインについても、従来のAWG-LCAあるいはそれに替わる新たな作業部会等が検討を引き継ぐことになると考えられる。

国際的な要件を満たしているMRVを持つ認証制度としては、CDMとISOが存在する。しかし、CDMに関しては、方法論やPDDの承認に時間がかかりすぎる、手続きが煩雑すぎる、モニタリング費用や認証等費用がかかりすぎる等の問題が生じており、ポスト京都メカニズムの一つとして期待される二国間オフセット・クレジット制度においては、これらを改善する方向で整備が進まなければ、結局CDMプロジェクト同様、発展が望めない制度になってしまう。

現時点では、国際的な要件としては、ISO14064等（ISO14064、ISO14065、ISO14066）が国際的なMRV要件をほぼ満たしているものとして考え、そこに含まれている内容が包含されていることを国際的な要件と考える。ISO14064-1は（企業の）インベントリ作成に係る要件、ISO14064-2はプロジェクトの設計から検証までの方法に係る要件、ISO14064-3は検査と検証に係る要件である。また、ISO14065とISO14066は、検証機関への要求事項等になっている。このことから、ISO14064-2の要件事項が整備されていることが国際的なMRVとしての要件の最低条件であると考える。

表3.2.1-7　ISO14064-2に示される要件事項

- ✓ 一般要求事項
- ✓ プロジェクトの説明
- ✓ プロジェクトと関連性のあるGHG排出源、吸収源及び貯蔵の特定
- ✓ ベースラインシナリオの決定
- ✓ ベースラインシナリオと関連性のあるGHG排出源、吸収源及び貯蔵の特定
- ✓ GHG排出量及び吸収量のモニタリング又は推計の対象と関連のあるGHG排出源、吸収源及び貯蔵の選択
- ✓ GHG排出量及び／又は吸収量の定量化
- ✓ GHG排出量削減及び吸収量強化の定量化
- ✓ データの品質管理
- ✓ GHGプロジェクトのモニタリング
- ✓ GHGプロジェクトの文書化
- ✓ GHGプロジェクトの有効化審査、検証
- ✓ GHGプロジェクトの報告

3.2.2　既存MRVガイドライン（J-MRVガイドライン）

既存のMRVガイドラインとして「国際協力銀行の地球環境保全業務における温室効果ガス排出削減量の測定・報告・検証に係るガイドライン（J-MRVガイドライン）」（2011年、株式会社日本政策金融公庫・国際協力銀行）がある。

本ガイドラインは、あくまでJBICのGREEN（「事業開発等金融」および「出資」の手法を通じて、途上国において実施される地球温暖化の防止等の地球環境の保全を目的とする事業）に対する内部的なMRVガイドラインであり、当然のことながらNAMA及びGHGクレジット化への適用を想定したものではない。

一方で、J-MRVは「排出量削減のための事業は国際的に加速、拡大されることが必要である。J-MRVがJBICのみならず、国際的に認められた（internationally acceptable）定量化の手法となることで、排出量削減事業が世界規模で加速、拡大することを目的としている。」としており、クレジットライン等（CDMプロジェクト等がありうる）の特例を認めていることから、国際的な基準を満たすことを目標に作成されたものと理解できる。

本ガイドラインの構成は表3.2.2-1に示す通りである。

表3.2.2-1　J-MRVガイドラインの構成

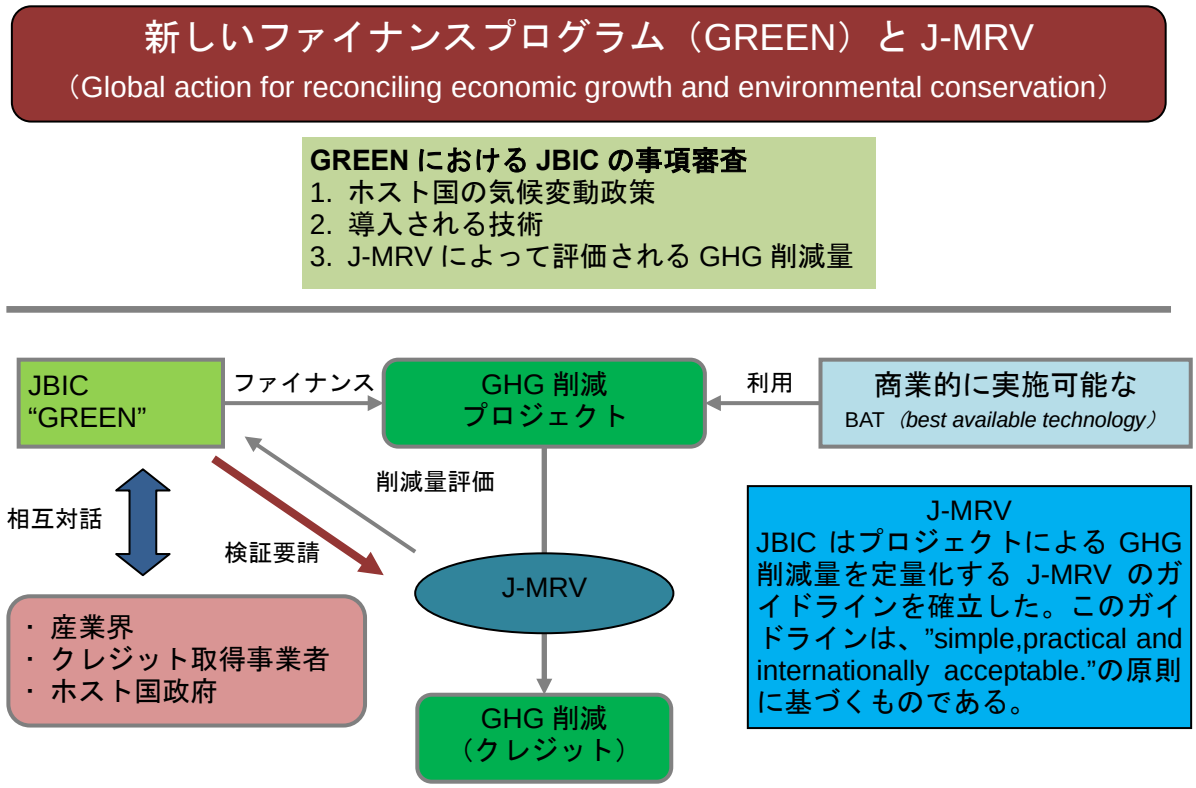
J-MRV ガイドラインの目次構成		主な内容
ガイドライン本則	1. J-MRV の目的等	・ 目的 ・ 対象 ・ 外部専門家の設置
	2. J-MRV における排出削減量定量化の基本的な考え方	・ 原則 ・ バウンダリーの考え方 ・ ベースライン排出量の考え方 ・ 排出削減量の考え方 ・ バウンダリー内の軽微な影響の扱い ・ リーケージの扱い ・ 排出減が多数である場合の考え方
	3. J-MRV における手続き	・ 個別方法論の整備 ・ 事業計画段階における計画排出削減量 ・ 排出削減量の測定及び報告 ・ 排出削減量の算出及び検証
	4. クレジットライン及びファンド経由の場合の特例	・ 簡略化の特例について
	5. 各事業の排出削減量の公表手続き	・ 公表手続き
（別添）	別添 1 アドバイザリー・コミッティの設置及び運営に係る留意事項	・ 目的、構成、活動等を規定
	別添 2 個別方法論の記載項目	・ 個別方法論の記載項目を規定
	別添 3 係数表（排出係数等）	・ 排出係数等一覧

(ⅰ) J-MRVにおける手続き

GREEN（「事業開発等金融」および「出資」の手法を通じて、途上国において実施される地球温暖化の防止等の地球環境の保全を目的とする事業）におけるJ-MRVの適用イメージは図3.2.2-1に示す通りである。JBICから検証要請を受けた「アドバイザリー・コミッティ」が排出量算出を行うこととなっている。

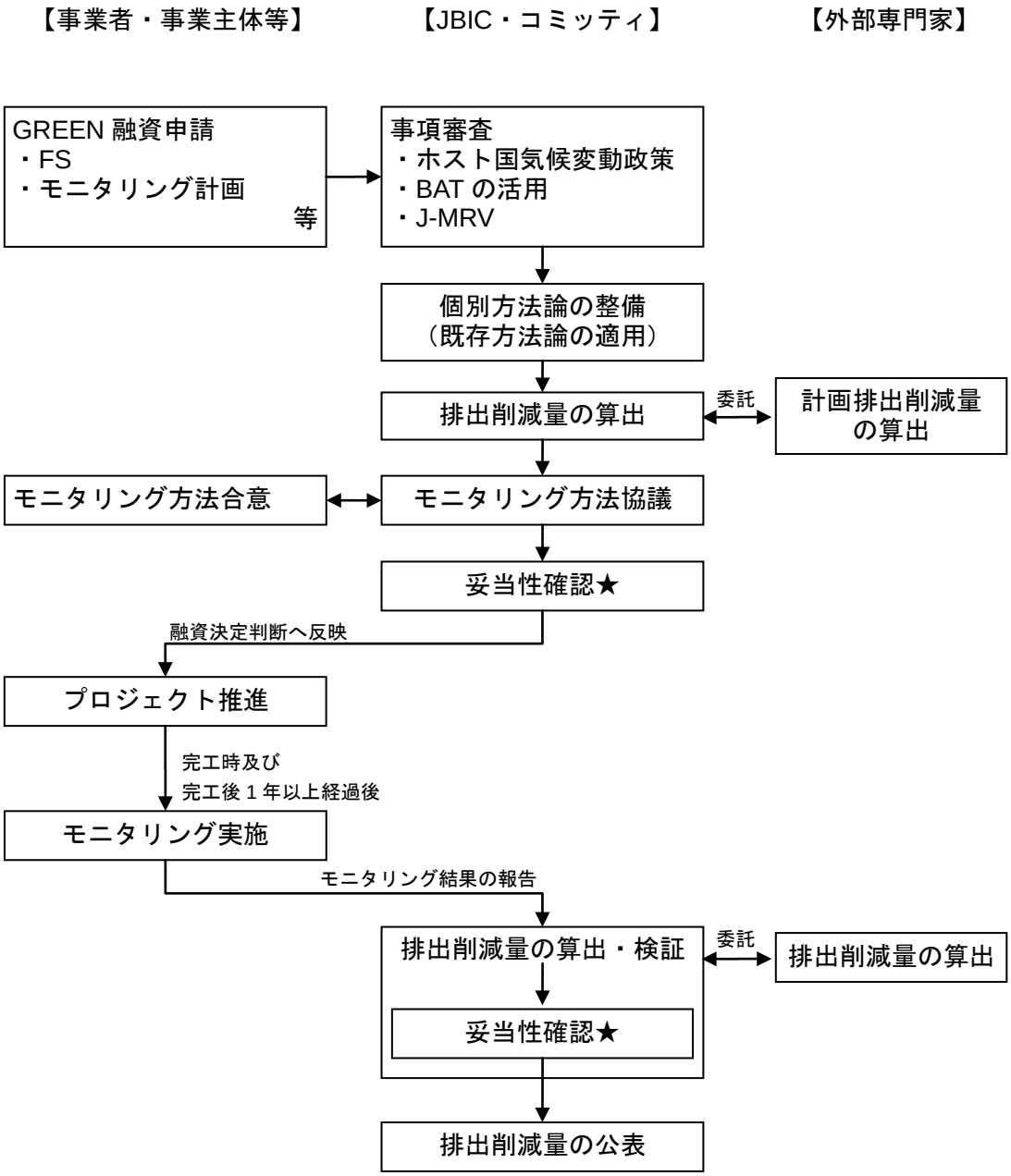
J-MRVの実施手順は、図3.2.2-2に示す通りである。

出融資等決定前において、JBICは、FS等を参考に事業計画段階における計画排出削減量を算出する。また、借入人・事業実施者との間でモニタリング計画（測定項目及び測定方法等）に関して合意を行う。出融資等決定後、借入人・事業実施者は、対象事業の完工時及び完工後1年以上経過後に、合意したモニタリング計画に基づき、対象事業における測定項目の実績値（データ）を測定し、JBICに報告する。JBICは、それを受け排出削減量の算出及び検証を行う。J-MRVガイドラインに基づき、JBICは、検証等の実作業を必要に応じ外部専門家（コンサルタント会社など）へ委託する。また、プロセス、結果などの妥当性についてアドバイザリー・コミッティから専門的意見を求め、判断する。



出典：「JBIC 地球環境保全業務（GREEN）における J-MRV ガイドライン個別方法論説明会資料、J-MRV の基本概念とポスト京都における新しいクレジットの可能性」、松橋隆治、2010 年 8 月 30 日、http://www.jbic.go.jp/ja/about/topics/2010/0930-03/100830_jmrv_matsuhash2.pdf

図3.2.2-1　GREENに適用されるJ-MRVのイメージ



★は「アドバイザリー・コミッティ」の活動

出典：「国際協力銀行の地球環境保全業務における温室効果ガス排出削減量の測定・報告・検証に係るガイドライン（J-MRV ガイドライン）制定について」（http://www.jbic.go.jp/ja/about/news/2010/0626-01/index.html）及び「国際協力銀行の地球環境保全業務における温室効果ガス排出削減量の測定・報告・検証に係るガイドライン（J-MRV ガイドライン）」（2011 年、株式会社日本政策金融公庫・国際協力銀行）に基づき作成

図3.2.2-2　J-MRV手続きのイメージ

(ⅱ) J-MRVにおける排出削減量定量化の考え方

原則としては「J-MRVは、JBICの業務における経験を踏まえ、また、京都メカニズム、国際標準化規格（ISO）等の定量化に係る国際的なグッドプラクティスとして広く共有された既往の考え方を参照しながら、わかりやすくかつ実務的（simple and practical）な定量化手法（以下、かかる考え方に基づく排出削減量の定量化手法を「方法論」という。）に基づき実施されるものとする。」となっており、ガイドラインでは基本的な考え方を整理するにとどめ、詳細は個別方法論に委ねている。

個別方法論は、J-MRVガイドライン別添2として表3.2.2-2に示す通りの記載項目が定められている。概ねCDM方法論に準じていると思われるが、「追加性証明」についての記述がないことや、「モニタリング方法」などについて簡略化した記載になっている。

表3.2.2-2　個別方法論の記載項目

個別方法論の記載項目

1. 方法論の概要
   (1) 番号（決定日順）
   (2) 名称
   (3) 決定日（最新改訂日）
   (4) 初回決定日以降の改訂日
   (5) 適用される対象事業
   (6) 方法論の概略
2. 適用条件
3. 事業の物理的範囲（バウンダリー）
4. ベースライン排出量
   (1) ベースライン排出量の基本的考え方及び前提・根拠
   (2) ベースライン排出量の算定式
5. バウンダリー外における影響（リーケージ）
6. 事業実施後における対象事業の排出量
   (1) 対象事業の排出量の算定式
   (2) 軽微な負の影響の扱い
7. 排出削減量の算定式
8. 測定・報告（モニタリング）
9. 備考
   (1) 補足説明（留意事項等）
   (2) 参照した既往方法論及び基準等

（参考）
改定履歴の概要

出典：「国際協力銀行の地球環境保全業務における温室効果ガス排出削減量の測定・報告・検証に係るガイドライン（J-MRV ガイドライン）」（2011 年、株式会社日本政策金融公庫・国際協力銀行）に基づき作成

(iii) アドバイザリー・コミッティの設置

J-MRVでは外部専門家からなる「アドバイザリー・コミッティ」を設置することとしている。コミッティの構成委員は、「気候変動に係る緩和対策、京都メカニズム及びISO（国際標準化規格）並びにエネルギー利用に関する事業等の温室効果ガス排出削減量の定量化手法に係る専門的な知識と経験を持つこと」とされており、中立で公平な活動を求めている。

アドバイザリー・コミッティの活動内容は幅広く、「排出削減量の算出に関する事項」、「ガイドライン本則及び方法論に関連する事項」、「J-MRVガイドラインの運営に必要な事項」、「個別方法論の見直し（毎年)」となっている。特に、J-MRV手続きの中の排出削減量の算出結果の検証（verification）は、本コミッティが受け持っているようである。

表3.2.2-3　J-MRVアドバイザリー・コミッティの活動内容

✓ J-MRV ガイドラインに基づく対象事業における排出削減量の算出に関する事項 ✓ J-MRV ガイドライン本則及び方法論（新たに追加される方法論を含む。）その他の関連事項 ✓ その他 J-MRV ガイドラインの円滑な運営に必要な事項 ✓ 個別方法論の見直しに関する事項（原則として毎年度実施）

出典：「国際協力銀行の地球環境保全業務における温室効果ガス排出削減量の測定・報告・検証に係るガイドライン（J-MRV ガイドライン)」(2011 年、株式会社日本政策金融公庫・国際協力銀行）に基づき作成

3.2.3　MRV制度構築にあたっての論点の整理

MRV制度構築にあたって、検討が必要な論点として、以下の項目を整理した。

ア．プロジェクトの有効性、適格性の判断の方法と主体

有効性は当該のプロジェクトがホスト国におけるGHG排出削減に貢献するかどうかを判断するものであり、適格性は法の遵守や環境面でホスト国にとって持続可能な発展に寄与し、かつ追加的な削減効果を持っていて新メカニズムの下で実施することが適格であることを判断するものである。また、適格性は、ポジティブリストや方法論が整備されている場合に、その適用条件を満たしているかどうかという観点でも判断される。

有効性と適格性は、事業の実施が両国のコベネフィットな関係に寄与するものであるかを確認するものでもあることから、その判断は、原則としては日本とホスト国双方の視点で透明性を持って行われなければならない。

プロジェクトが、二国間の便利を優先して承認されたものでないことを示すためにも、審査機関による審査と、両国だけの政府承認よりも独立した第三者機関（独立機関）を設立して承認やクレジット管理を行わせることも一つの方法であると考える。尚、国際的な透明性の確保という観点では、審査機関には、DOE、AIEあるいはISO認証機関などの活用が考えられる。

イ．標準化レファレンス、ポジティブリストの可能性

二国間オフセット・クレジット制度に供することができるプロジェクトについて、ポジティブリストを含む標準化レファレンスを用意しておくことは、個別プロジェクトの承認に係る時間を短縮する上で有効な手法である。

標準化レファレンスやポジティブリストに掲載されているプロジェクトに関しては、予め用意された方法論に示された適用条件さえ満たしていれば、レファレンスの同定も簡単となり、承認プロセスを簡略化することができるようにする。

モンゴルは、すでにUNFCCCに対し、コペンハーゲン合意に基づくNAMAを提出しており、同国におけるGHG排出に関する緩和行動のセクターが提示されている。このセクター別に、日本が供給できるプロジェクト技術を提示し、ポジティブリストについて合意形成しておくことが有効であろう。

尚、省エネルギー、新エネルギー分野の技術的発展は日進月歩であることから、このポジティブリストには、後から追加あるいは削除できる措置と手続きについても、予め検討しておくことも必要である。

ウ．プロジェクト承認のルール

ポジティブリストに掲載されており、予め用意された方法論に示す適用条件を満たしているプロジェクトについては、同方法論に基づくモニタリング実施の誓約書と、モニタリング実施計画の提出のみでプロジェクトとして承認するなどの簡略化ができるようにする。

ポジティブリストに掲載されていないプロジェクトに関しては、事業者はプロジェクトの有効性と適格性の判断方法、並びに定量化手法とモニタリング方法を記載した方法論を提出する。

独立機関は、事業と利害関係のない専門家で構成される審査機関等を用意し、その意見を受けながら方法論の内容を確認し、その上で事業の有効性と適格性が認められれば承認し、ポジティブリストに追加する方法が良いのではないかと考える。

尚、承認にあたっては独立機関が結論を出すまでの期限を設け、その期間内に必ずプロジェクトの可否を決めるなど遅延を有効に防止する措置や、却下の場合は明確な理由付けを行わなければならないなどの透明性を確保する手段も必要である。

エ．モニタリングの主体

モニタリングの実施主体は、CDMやJIと同様に事業者が行う必要がある。

オ．品質管理の方法

モニタリング実施者は、方法論に基づき、モニタリングに必要なデータの収集・測定とその報告を行えば品質管理が行われているとみなされることが望ましい。従って、品質管理の方法（データ蓄積システム、データチェック方法等）についても、方法論である程度は示されていることが必要である。

カ. モニタリング報告の主体

モニタリング報告書の作成は、モニタリングで収集した情報等を整理し、事業者が独立機関に提出する。モニタリング報告書には、方法論に基づき算出した排出削減量が記載される。

キ. 検証の方法と主体

検証は、独立機関が実施する。独立機関は、モニタリング実施者から提出されたデータ及び排出削減量の妥当性について、事業と利害関係のない専門家で構成される検証機関等に委託する形で検証を行い、排出削減量を確定する。尚、国際的な透明性の確保という観点では、検証機関には、DOE、AIEあるいはISO認証機関などの活用が考えられる。

ク. クレジット発行の方法と主体

排出削減量が確定したら、独立機関は排出削減量を証明する認証書類（Certificate）を事業者に通知する。

独立機関は排出削減量に応じたクレジットを発行し、事業者の登録簿内に振り込む。

ケ. 登録簿の要否

二国間の排出量取引であるJIでは京都議定書の附属書 I 国間でのやりとりであることから、双方に登録簿（注：ここで登録簿と称しているのは、クレジットの発行、取得、保有、移転、取消等を行うための電子的なデータベースのことである）が存在していたが、ポスト京都メカニズムで想定されている二国間排出量取引では、現段階では非附属書 I 国に登録簿の開設は予定されていない。

登録簿の開設及び維持管理には、ホスト国に多大な費用負担を求めることになる。そのような状況になるということは、途上国がキャップをかぶせられ、GHGの削減義務を負うという状況に至ることと同義である（あるいはそれにつながる可能性がある）と考えられる。現在の途上国の反応を見る限り、この方法は難があると言わざるを得ない。

そこで、本スキームで発行されるクレジットは、すでに開設済みの日本国側の登録簿を利用することがスムーズな形だと考える。尚、モンゴル側の事業者が、日本国の登録簿の中に子口座を持つことは問題がないと考える。

コ. National Communicationとの整合

カンクン合意に基づき、日本国ではBiennial report隔年報告書と、National communication国別報告書に、「途上国に対する資金、技術支援及び能力開発に関する情報」を掲載することが求められている。また、非附属書 I 国の隔年報告書においても、緩和措置の実施状況や受けた支援の状況、あるいは国内の測定報告と検証に関する情報等について、できる限り報告することが求められている。したがって、プロジェクトの進捗、クレジットの発行状況に関しては、これらの日本国の国別報告書内で報告され、その審査に供されることが想定される。

サ. CDM、自国NAMA、その他の新メカニズムとのダブルカウントの防止方法

原則としては、ダブルカウントを防止できるのは、モンゴルの二国間オフセット・クレジット制度の独立機関だけである。従って、当該独立機関は、プロジェクトの承認時に、日本、モンゴルの両DNAに対し、プロジェクト承認の通知を行うことが望ましいと考える。

尚、先に述べた通り、日本国ではBiennial report隔年報告書と、National communication国別報告書に、「途上国に対する資金、技術支援及び能力開発に関する情報」を掲載するため、プロジェクトの進捗、クレジットの発行状況に関しては、日本国の国別報告書内で報告され、審査に供されることが想定される。そこでダブルカウントが防止されなければならない。

シ. 以上の論点を踏まえた本事業のMRV制度案の検討

MRVに係る国際的な基準は、現在コペンハーゲン合意とカンクン合意により、国際的に支援を受けているNAMAについては国際的なMRVの対象とすることが決まっているのみである。COP17では、2015年合意を目指す「ダーバン・プラットフォーム」（新たな気候変動枠組制度）の検討を始めることが決定し、AWG-LCAの成果として、先進国及び非附属書Ⅰ国の隔年報告書についてのガイドライン（MRVガイドライン）が公表されたが、非附属書Ⅰ国が国内で実施すべきMRV制度や、二国間オフセット・クレジット制度で遵守すべきMRV制度の設計指針は示されていない。MRVガイドラインについても、従来のAWG-LCAあるいはそれに替わる新たな作業部会等が検討を引き継ぐことになると考えられる。

既存MRVの制度については、CDMでは確立した制度があり、その他にはISOがある。二国間オフセット・クレジット制度は、CDMよりは簡易な制度とすることが望まれているが、あまりに簡易なものとすれば、その信頼性は損なわれる。制度全体の信頼性は、クレジットの価格に反映されることになるであろう。

すなわち、CDMの煩雑さを回避しつつ、同時に信頼性を確保するため、現時点では二国間オフセット・クレジット制度のMRVの制度は、CDMとJIの制度の良い部分を活かしつつ、ISOの制度を参考にしながら構築することが現実的であると考える。

制度の大枠としては、排出削減量クレジットの国際的な取引を前提にCDMとJIのスキームが参考になると考える。CDMとJIの制度面での特徴を整理し、それを踏まえた制度案を示した結果は、表3.2.3-1に示す通りである。

CDM型は申請等の独立機関という窓口を一元化することで、事業者等の負担軽減、事業のスピードアップが図られる。すなわち、CDMのように投資国、ホスト国個別に政府承認を求めなくても良いようにする。一方で、国際的な基準という意味では、独立機関の中立性をどのようにして維持するかが課題となる。独立機関に関与するのは投資国とホスト国だけとなるのが二国間オフセット・クレジット制度の大前提であるが、より信頼性の高い制度を構築するためには、独立機関のメンバーをどのように任命するかが大きなカギとなるであろう。尚、独立機関の運営資金は、日本政府が提供する必要がある。

CDM型の制度では、これまで良く議論の対象になっていたCDMのデメリットは排除していくべきである。例えば、CDM理事会の役割は、投資国である日本とホスト国だけが関与

する独立機関にその役割を果たさせる。これにより、承認において議論が空転したり、結論で矛盾をきたしたりすることはなくなるであろう。また、クライアントから金をもらって審査をすることで本当に適切で厳格な審査ができるのかと言われてきたDOEの制度は、上記の独立機関から業務を発注することで、その弊害を幾分かは排除できるであろう。

一方、JI型は、独立機関を設けず、DOE、IEといった検証機関とホスト国を信用することで運営する。ホスト国は、登録簿を整備しなければならず、負担がかかる。

当社は、透明性という面とホスト国での登録簿の運営費用低減という面を鑑み、CDM型が現実的だと考える。

但し、CDM型でもJI型でも、どのような基準（審査プロトコル、審査のチェックリスト等）を使って審査／検証をするのかの判断基準がなければ、DOEやIEによる検証や審査がCDM並みに厳しくなり、事業が進みにくくなる可能性がある。

尚、独立機関、審査／検証機関のメンバー、要件等については、今のところモンゴル特有の規定はない。この点についても今後の政府間の交渉にて決めていくべき事柄と考えられる。

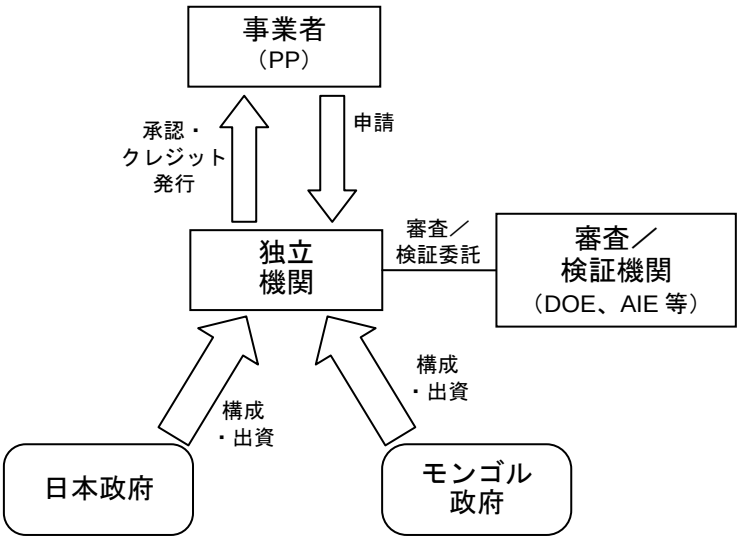


図3.2.3-1　CDM型のMRV制度枠組み案

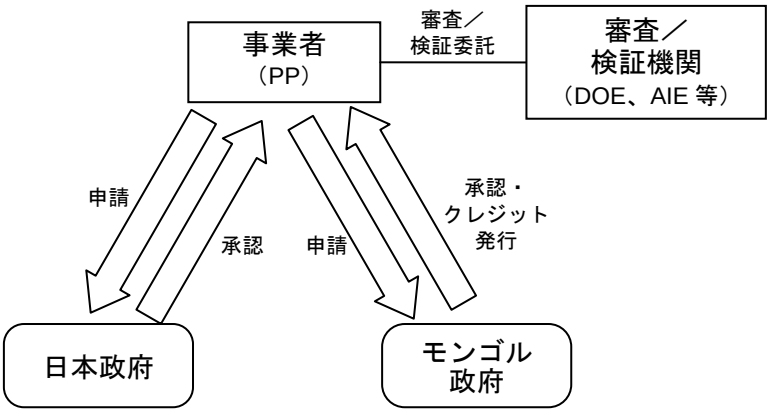


図3.2.3-2　JI型のMRV制度枠組み案

表3.2.3-1　既存のCDM・JIに係るMRVの考え方とその発展型の提案

項目	一般の CDM の場合	一般の JI の場合	本件を CDM 型の二国間オフセット・クレジット制度とした場合	本件を JI 型の二国間オフセット･クレジット制度とした場合
考え方	－	－	ホスト国は、自国の排出量を把握しつつ､自国 NAMA 実施による排出量を目標値とするが、登録簿の保有は行わない。	ホスト国は､自国の排出量を把握しつつ、自国 NAMA 実施による排出量を目標値として､その分の AAU を登録簿に保有。但し、目標を守れなくても罰則はない。
誰がプロジェクトの申請をするのか。	プロジェクト参加者	プロジェクト参加者	建物の所有者	建物の所有者
誰がプロジェクトの申請を受け付け、承認するのか。	CDM 理事会	トラック 1：ホスト国政府 トラック 2：JISC	日本とホスト国政府が共同で設立した独立機関	ホスト国政府
誰がプロジェクトの適格性を判断するのか。	DOE	IE	日本とホスト国政府が共同で設立した独立機関もしくは当該独立機関が任命する審査機関	ホスト国政府もしくは当該ホスト国政府が任命する審査機関
誰がプロジェクトのモニタリングをするのか。	プロジェクト参加者	プロジェクト参加者	建物の所有者もしくは建物の所有者から補助金の申請を受け付ける機関	建物の所有者もしくは建物の所有者から補助金の申請を受け付ける機関
誰がプロジェクトのモニタリング報告書を取りまとめるのか。	プロジェクト参加者	プロジェクト参加者	建物の所有者もしくは建物の所有者から補助金の申請を受け付ける機関	建物の所有者もしくは建物の所有者から補助金の申請を受け付ける機関
誰がモニタリング報告書の検証を行うのか。	DOE	IE	日本とホスト国政府が共同で設立した独立機関もしくは当該独立機関が任命する審査機関	ホスト国政府もしくは当該ホスト国政府が任命する審査機関
誰がクレジットの認証を行うのか。	DOE	IE	日本とホスト国政府が共同で設立した独立機関もしくは当該独立機関が任命する審査機関	ホスト国政府もしくは当該ホスト国政府が任命する審査機関
誰がクレジットの発行を承認するのか	CDM 理事会	トラック 1：ホスト国政府 トラック 2：JISC	日本とホスト国政府が共同で設立した独立機関	ホスト国政府
誰がクレジットの発行を行うのか。	CDM 理事会	ホスト国政府	日本とホスト国政府が共同で設立した独立機関	ホスト国政府
どこにクレジットの発行を行うのか。	先進国（投資国）の（プロジェクト参加者の）登録簿（ユニラテラル CDM の場合、ホスト国のプロジェクト参加者がスイス等の第 3 国で登録簿を開設し、そこへクレジットの移転を求める場合もありえる）	先進国（投資国とホスト国）の（プロジェクト参加者の）登録簿	先進国（投資国）の（プロジェクト参加者の）登録簿（ホスト国（のプロジェクト参加者）がクレジットを所有する場合、先進国（投資国）に登録簿を作ってここで保有する）	先進国(投資国とホスト国)の(プロジェクト参加者の)登録簿

項目	一般の CDM の場合	一般の JI の場合	本件を CDM 型の二国間オフセット・クレジット制度とした場合	本件を JI 型の二国間オフセット･クレジット制度とした場合
ホスト国の登録簿の有無	（制度として）なし	あり	（制度として）なし	あり
インベントリとの整合性	整合性を確認する仕組みはない	AAU が ERU に変換されるので、整合性は図られていると言える	整合性を確認する仕組みはないが、日本の隔年報告書及び国別報告書への記載が求められている。	AAU が ERU に変換されるので､整合性は図られていると言えなくはないが､所詮は罰則のない制度なので､整合性が図られるとは言い難い
他の削減活動とのダブルカウントの防止	ダブルカウントの防止は DOE と CDM 理事会の力量にゆだねられており、完全に防止できているとは限らない	AAU が ERU に変換されるので、たとえダブルカウントされていても、クレジットが過剰発行される恐れはない	ダブルカウントの防止は独立機関と審査機関の力量にゆだねられており、完全に防止できているとは限らない 尚、日本の国別報告書に対する審査において二次的に防止できる可能性はある	所詮は罰則のない制度であり､ダブルカウントの防止はホスト国政府と審査機関の力量にゆだねられており､完全に防止できているとは限らない

以上を本事業にあてはめ、より具体的なMRV制度案の要点を以下に整理した。

- ✓ CDM理事会に相当する独立機関を二国間で設立する。
- ✓ 独立機関は適格なプロジェクトの要件を定める。
- ✓ 審査機関と独立機関は協働して審査プロトコル（審査のチェックリスト）を作成する。
- ✓ 独立機関は審査機関（DOEあるいはAIEあるいはISO審査機関）を活用してプロジェクトの審査（有効化審査と検証、認証）を行う。
- ✓ 独立機関は排出削減のダブルカウントを防止する。
- ✓ 登録簿は日本に設置する。
- ✓ 事業者（再生可能エネルギーセンター）は、日本側参加者（清水建設等）と協働して方法論を構築し、独立機関に提出する。独立機関はこれを審査して、問題なければ承認する。
- ✓ モンゴル政府は標準化レファレンスやポジティブリストを整備する。
- ✓ 事業者（再生可能エネルギーセンター）は、日本側参加者（清水建設等）と協働して、承認済みの方法論、標準化レファレンス、ポジティブリストを使用して、プロジェクト設計書を作成し、独立機関に提出する。独立機関はこれを審査して、問題なければ承認し、プロジェクトを登録する。
- ✓ 事業者（再生可能エネルギーセンター）はモニタリング報告書を作成し、独立機関に提出する。独立機関はこれを審査して、問題なければクレジットを発行する。
- ✓ 熱量と電力量は実施サイトで計測し、外気温度と日射量は気象庁のデータを流用する。

また、MRVの内容については、以下のような提案をしたい。

(ｉ) M（定量化）手法について

定量化の手法は、いわゆる「方法論」についてどのように透明性を確保するかということになる。CDM制度では、国連が承認する方法論の使用を義務付けている。一方、JIでは、個別事業で提案する方法論を両国が承認すれば使用できる。また、ISOやその他の認証制度においても、方法論を必ずしも定めていない（方法論が用意されており利用しても良い場合もある。）。

CDMでは、個別方法論から統合方法論へと汎用性を高めようとした結果、新たな個別事業へ適用するたびに「例外」が生じ、頻繁な改訂（計算式の係数や適用条件の追加、適用条件を満たしているかを証明するための現地調査等の追加）が実施され、使いにくさと事業の進捗を妨げる要因ともなっている。

そもそも、CDMにおける方法論設定の目的は、手続きの簡略化にあったはずである。この観点で言えば、二国間の制度内でも方法論を承認するプロセスを持たせることは有効であると考える。問題は、方法論の承認スキームとそれに係る時間等の短縮、事業者にわかりやすい内容になっているかどうかである。これを実現するため、例えば各方法論の記載ページ数（あるいは文字数）を制限する手はあるだろう。

本件で想定する、二国間オフセット・クレジット制度における方法論承認スキームは、図3.2.3-3に示す通りである。

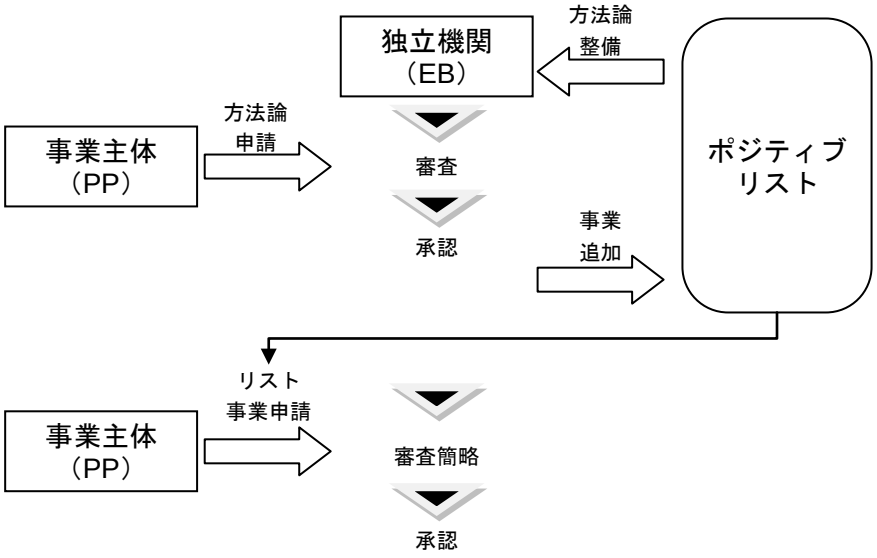


図3.2.3-3　二国間オフセット・クレジット制度のMRV制度
で想定される方法論等の承認プロセスイメージ

(ⅱ) R（報告）制度について

報告については、有効化審査時の報告とモニタリング報告の2つのフェーズが存在する。

有効化審査時の報告は、事業実施者による申請に基づくものが一般的である。有効化審査時の報告内容については、CDM、JI、ISO等でそれほど大きな違いはない。例えば、ISO14064-2に示すプロジェクトの要件は、表3.2.3-2に示すような内容である。

有効化審査時の報告での大きな課題は、「追加的な削減効果の証明」(ベースラインシナリオ／リファレンスシナリオの同定)である。CDMでは、追加性証明ツールで投資バリア、技術バリア、一般的慣習バリア等の複雑な証明作業の必要が求められている。このような煩雑さを回避するため、例えばポジティブリストに載っている事業では追加的な削減効果の証明を不要（ポジティブリストに載る事業については方法論が用意されており、その方法論に基づく場合は追加的な削減効果の証明は不要）とするなどの措置があれば、事業者と審査機関の負担はかなり軽減されるはずである。

表3.2.3-2　ISO14064-2におけるMRV要件と本件の対応状況

ISO14064-2 に示される要件		本プロジェクト
1) プロジェクトの概要説明	a) プロジェクト名称、目的、対象	全国で 330 か所の公共の建築物群を対象に、地中熱利用ヒートポンプ（HP）、オプションとして太陽光発電（PV）の導入を行う。対象となる建築物の総延床面積は 130 万m^2、現状で石炭ボイラーの稼働に伴い約 285GWh/年のエネルギー消費がある。省エネルギー設備の導入により、最大で約 24.2 万tonCO_2/yearの排出削減量が見込まれる。
	b) GHG プロジェクトのタイプ	省エネルギー設備(地中熱利用ヒートポンプの導入及びオプションとして太陽光発電の導入)
	c) 実施場所	モンゴル国内 330 箇所の公共の建築物群
	d) プロジェクト実施前の状況	旧式のボイラーを使用し、質の悪い石炭を燃焼することで GHG を大気中に放出
	e) GHG 排出量を削減する理由	ボイラーを、地中熱利用ヒートポンプに替えることで、石炭燃焼による GHG 排出量が低減
	f) 使用技術	地中熱利用ヒートポンプ 太陽光発電
	g) GHG 削減見込量	最大で約 26.5 万tonCO_2／年
	h) GHG 削減プロジェクトで想定されるリスク	・ 停電によるヒートポンプの稼働停止 ・ ヒートポンプの運転及びメンテナンス等の技術移転
	i) PP の役割と連絡先	－
	j) その他 GHG 削減量を規定する地域情報等	・ 地域の気温、日照 ・ 火力発電所からの GHG 排出係数
	k) 環境影響評価の結果	・ 本辞表の環境影響としては、騒音、振動、不凍液の漏えい、冷媒の漏えい、地下環境の変化等が考えられる。 ・ 冷媒の漏えい以外は、影響を最小限にすることが可能である。 ・ 冷媒の漏えいに関しては、温室効果のないガスを使用したり、そうでない場合はメンテナンス中の漏えいを最小限に抑制するキャパビルを行うことが考えられる。 ・ 詳細は第 5 章による。
	l) ステイクホルダーコメントの内容	・ 本事業の利害関係者としては、政府と地方都市の責任者、事業に関心のあるすべての人になる見込みである。 ・ 政府とモデルプロジェクトの責任者からは好意的なコメントを受領済みである。 ・ 事業に関心のあるすべての人のコメントは、事業実施時に回収する予定である。 ・ 詳細は第 6 章による。
	m) スケジュール等	（未定）

ISO14064-2 に示される要件	本プロジェクト
2) プロジェクトに関連する GHG 排出の源（Source）、吸収（sink）、貯蔵（reservoir）（SSRs）の特定	既設石炭ボイラーから排出するCO_2 火力発電所から排出するCO_2
3) ベースラインシナリオ（本事業においてはリファレンスシナリオ）の決定	シナリオ分析の結果、BAU（＝既存ボイラーの使用継続）がリファレンスシナリオとなる。 （第三章 3.1.3 排出削減方法論　参照）
4) ベースラインシナリオ（本事業においてはリファレンスシナリオ）の SSRs の決定	既設石炭ボイラーから排出するCO_2
5) モニタリング、または推計のための SSRs の選択	火力発電所から排出するCO_2
6) 排出、及び/または吸収の定量化	【レファレンス排出量】 デグリデー×レファレンス標準排出量÷標準デグリデー 【プロジェクト排出量】 デグリデー×プロジェクト標準排出量÷標準デグリデー－日射量×標準発電量÷標準日射量×系統排出係数 ※ ただし、モニタリング時に電力量と熱量のサンプリング調査を実施し、デグリデー理論による排出削減量（ERC）が実際の排出削減量（ERA）より大きくなった場合、以下の式ですべての事業の排出削減量を補正する。 すべての事業の排出削減量＝ すべての事業のデグリデー理論による排出削減量合計×ERA÷ERC
7) 排出削減量、及び吸収量増大の定量化	SSRs のレファレンス排出（または吸収、貯蔵）量からプロジェクト排出（または吸収、貯蔵）量の差
8) データの質の管理	データは方法論で示したモンゴル政府等が公表した排出係数、気象データ等を使用する。測定を行う場合は、国際規格に準ずる測定方法で行う。
9) GHG プロジェクトのモニタリング	独立機関が、デグリデーの理論を応用し、気候帯ごとに各 1 か所で外気温度（太陽光を導入する場合は日射量も）だけを測定する（モンゴルの気象台のデータを使用する）。 ただし、対象建築物の中から気候帯ごとに各 1 か所で、ヒートポンプの電力量と熱量を測定する。
10) GHG プロジェクトの記録	GHG プロジェクトは、事業者が独立機関に申請され、承認されたものは、プロジェクト登録データベースに記録される。
11) バリデーション、及び/またはベリフィケーション	モンゴルと日本が共同で設立した独立機関（もしくはそこから発注される審査機関）によって有効化審査及び認証審査を行う。
12) GHG プロジェクトの報告	GHG プロジェクトは、日本が国連に報告する国別報告書及び隔年報告書に情報を記載し、報告する。

(iii) V（検証）制度について

検証制度については、CDMではVVMが、ISO14064sではISO14064-3のような検証プロセスの規定とISO14065、ISO14066といった検証機関への要求事項等が定められている。

CDMでは、VVMに沿った検証が行われるため、厳しい検証が行われることが多く、事業が停滞する要因の一つにもなっている。例えば、小規模CDMでは審査を簡略化することになっているはずなのに、その旨の規定がVVMにないために、通常規模のCDMと同様の厳しさで審査が行われたり、プログラムCDMで事業者が方法論の通りにモニタリングを行っているのに、VVMに記載の厳しい要件を適用したりといったことがまかり通っている。

これらの弊害を排除するため、二国間オフセット・クレジット制度においては、例えば方法論の通りにモニタリングを行うことを誓約すれば承認を通すなど、二国間オフセット・クレジット制度のMRV制度では融通を利かせることが重要である。

3.3 適格性

3.3.1 適格性の判断基準

本プロジェクトの適格性については、ホスト国であるモンゴルの持続可能な発展に寄与するという観点が重要になる。

CDMプロジェクトに対し、モンゴル側のDNAが承認するための適格性条件は、表3.3.1-1に示す通りである。このうち、一般的な条件の1は、二国間オフセット・クレジット制度においては必ずしも必要はないと思われる（両国が認めれば問題ないと考える）。

モンゴル政府は、二国間オフセット・クレジット制度の適格性の条件をまだ決めていないが、上記の適格性条件を基に、透明性の確保などの観点を追加して、本事業において適格性の判断基準となりえるのは、表3.3.1-2に示す通りである。

表3.3.1-1　CDMプロジェクトの適格性条件

区　分	適格性条件
一般的な条件	1. CDM プロジェクトとして適格であるためにはプロジェクト資金は ODA の流用であってはならない。 2. プロジェクトはモンゴル法規を遵守し、また国家開発計画・プログラムと調和していなければならない。 3. プロジェクトは環境にやさしい技術・手法を用いなくてはならない。
持続可能な開発基準	持続可能な開発基準 （評価項目を 6 段階（－3～＋3 点）で評価し、各セクションで 0 点以上の評価点を付けられたプロジェクトに承認レターが発行される）

表3.3.1-2　本プロジェクトで想定する適格性の判断基準

判断基準	備考
追加的な削減効果があること（レファレンスシナリオではないこと）	方法論及びポジティブリストにて証明可能
定量化手法が適切であること	方法論の承認で証明可能
モンゴル国内の法令等を遵守したプロジェクトであること	誓約書等を想定
モンゴル NAMA に記載される緩和策及び緩和方針に合致していること	ポジティブリストにて証明可能
モンゴル国内の環境影響評価制度等を経て、周辺環境への環境影響が回避・低減、代償されていること（できれば、ステイクホルダーコメントやパブコメ等含まれていること）	誓約書等を想定

3.3.2 適格性の判断結果

本事業について、上記判断基準に基づいて適格性を判断した結果は表3.3.2-1に示す通りである。

本事業は、日本とモンゴルの二国間オフセット・クレジット制度に係るプロジェクトとしての適格性を備えていると判断する。

表3.3.2-1　本プロジェクトの適格性判断

適格性の判断基準	判断結果
追加的な削減効果があること	本事業に係るリファレンスシナリオは現状維持であり、本事業は追加的な削減効果がある（「3.1.3 排出削減方法論」を参照）。
定量化手法が適切であること	排出削減量の定量化は、CDM 方法論を参考にして作成している。また、使用する係数やモニタリング手法についても、地域特性や事業特性を踏まえて必要最低限の内容は確保している。
モンゴル国内の法令等を遵守したプロジェクトであること	本プロジェクトは、モンゴル再生可能エネルギーセンターによって、モンゴル国内の法律等を遵守しながら進められる。
モンゴル NAMA に記載される緩和策及び緩和方針に合致していること	NAMA における「1.再生可能エネルギーの拡大」、「3.ボイラーの効率改善」、「6.暖房への電力使用の拡大」「7.建築：建築のエネルギー効率改善」の最大 4 つに該当する。
モンゴル国内の環境影響評価制度等を経て、周辺環境への環境影響が回避・低減、代償されていること（できれば、ステイクホルダーコメントやパブコメ等含まれていることが望ましい）	モンゴルの環境影響評価法に基づき適切な対応を図る。
その他方法論が示す適用条件	上記の点も含めて、本事業は方法論（「第三章 3.1.3 排出削減方法論」を参照）が示す適用条件を満たしている。

3.3.3　ヒートポンプのCOPを適格性判断の項目に含めるか否か

本事業は、高効率のヒートポンプを使うことで排出削減を実現できる。第2章、第4章で示す通り、本事業のモデルプロジェクトでは、シミュレーションの結果、年間の平均COPは2.6である。仮に、このCOPが1.36以下であれば、排出削減は実現しない。従って、ヒートポンプのCOPを適格性判断の項目に含めるのであれば、余裕を見て2.0程度を目安にすることが必要であると思われる。但し、使用するシミュレーションソフトによっては違った結果が出てくる可能性が十分にある。ヒートポンプのCOPを適格性判断の項目に含めるのであれば、シミュレーションの方法を含めてルール作りをしておく必要がある。この場合、「シミュレーションソフトの認証」といった面倒なことにも立ち入る必要性が出てくるであろう。

第4章　コスト、排出削減量の試算

本事業のコスト、省エネ量、排出削減量の計算は、モデルプロジェクトでの計算を行った後、モデルプロジェクトと同様のプロジェクトをモンゴル全土に普及させた場合の計算を行う。

4.1　モデルプロジェクトでの検討

4.1.1　建設コスト

建設コストは、日本側スコープとモンゴル側スコープに分けて検討し、その値を合算した。日本側スコープは、日本技術を供与する観点からそのスコープを決定し、それ以外のスコープをモンゴル側とした。以下にそのスコープと建設コスト計算結果を示す。

表4.1.1-1　日本側スコープとモンゴル側スコープ

項目	日本側スコープ	モンゴル側スコープ
ヒートポンプとその輸送費	○	×
地中配管材料とその輸送費	○	×
太陽光発電パネルとその輸送費	○	×
系統連系盤とその輸送費	○	×
現地工事費	×	○
許認可等	×	○

表4.1.1-2　建設コスト計算結果

オプション 1	456 千 US$
オプション 2	982 千 US$

4.1.2　エネルギー消費量、ランニングコスト

モデルプロジェクトのエネルギー消費とランニングコストは主にヒートポンプが消費する電力（熱源水ポンプを含む）によるものである。以下に計算結果を示す。尚、ヒートポンプのメンテナンス費用等は微々たるものなので、計上していない。また、運転管理要員の人件費や温水循環ポンプのランニングコストは、レファレンスシナリオと変わらないので計上していない。

表4.1.2-1　モデルプロジェクトのエネルギー消費量とランニングコスト計算結果

項目	単位	オプション 1	オプション 2
電力量	kWh/year	56,840	56,840
電力単価（買電）	Tg/kWh	80	80
同上	US$/kWh	0.0625	0.0625
電力単価（売電）	US$/kWh	－	0.1500
ランニングコスト（マイナスは収益）	US$/year	3,553	－4,973

➢ 電力単価（買電）の出所：“Statistics on Energy sector”, 2010, Energy Regulatory Authority および再生可能エネルギーセンター
➢ 電力単価（売電）の出所：「再生可能エネルギー法」

尚、太陽光発電の発電コストは以下のように計算される。ここでは、稼働年数を15年としている。

（982千US$－456千US$）÷（56,840kWh/year×15年）
＝0.617US$/kWh＝49.4円/kWh

4.1.3 排出量

モデルプロジェクトの排出量はヒートポンプが消費する電力（熱源水ポンプを含む）によるものである。以下に計算結果を示す。温水循環ポンプのランニングコストは、レファレンスシナリオと変わらないので計上していない。

表4.1.3-1 モデルプロジェクトの排出量計算結果

項目	単位	オプション 1	オプション 2
電力量	kWh/year	56,840	56,840
電力排出係数	$tonCO_2$/MWh	1.15	0.00
排出量	$tonCO_2$/year	65	0

➢ 電力排出係数の出所：「モンゴル CDM 事務局 Web サイト」
（http://cdm-mongolia.com/index.php?option=com_content&view=article&id=75&Itemid=105&lang=en）

4.2 レファレンスシナリオでの検討

4.2.1 エネルギー消費量、ランニングコスト

レファレンスシナリオのエネルギー消費とランニングコストは主に石炭ボイラーが消費する石炭によるものである。以下に計算結果を示す。

表4.2.1-1 レファレンスシナリオのエネルギー消費量とランニングコスト計算結果

項目	単位	オプション 1	オプション 2
熱負荷原単位	kWh/m^2year	218.9	同左
延床面積	m^2	657	同左
熱負荷	kWh/year	143,817	同左
ボイラー効率	%	40	同左
石炭発熱量	kcal/kg	3,400	同左
必要石炭量	ton/year	91	同左
石炭単価	Tg/ton	30,000	同左
同上	US$/ton	23.438	同左
ランニングコスト	US$/year	2,131	同左

➢ ボイラー効率の出所：現地調査（鉱物資源エネルギー省等のヒアリング）による
➢ 石炭発熱量の出所：平成 22 年度成果報告書 海外炭開発高度化等調査「モンゴルの石炭開発状況とアジア太平洋市場への輸出ポテンシャル及びその影響調査」
➢ 石炭単価の出所:“Statistics on Energy sector”, 2010, Energy Regulatory Authority および現地調査（再生可能エネルギーセンターのヒアリング）による

4.2.2 排出量

レファレンスシナリオの排出量は石炭ボイラーが消費する石炭によるものである。以下に計算結果を示す。

表4.2.2-1　レファレンスシナリオの排出量計算結果

項目	単位	オプション 1	オプション 2
必要石炭量	ton/year	91	同左
石炭発熱量	kcal/kg	3,400	同左
石炭排出係数	tonC/GJ	0.0258	同左
排出量	tonCO_2/year	122	同左

- 石炭発熱量の出所：平成 22 年度成果報告書　海外炭開発高度化等調査「モンゴルの石炭開発状況とアジア太平洋市場への輸出ポテンシャル及びその影響調査」
- 石炭排出係数の出所：再生可能エネルギーセンターおよび「Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories」

4.3　モデルプロジェクトとレファレンスシナリオの比較

4.3.1　ランニングコスト

モデルプロジェクトとレファレンスシナリオのランニングコストの比較を以下に示す。石炭よりも電気代の方が高いので、オプション1ではコストが上昇する。一方、オプション2では売電収入があるのでコストは減る。

表4.3.1-1　モデルプロジェクトのエネルギー消費量とランニングコスト計算結果

項目	単位	オプション 1	オプション 2
レファレンスシナリオ	US$/year	2,131	2,131
モデルプロジェクト	US$/year	3,553	－4,973
レファレンスシナリオーモデルプロジェクト（マイナスはモデルプロジェクト実施によるコストが減ることを示す）	US$/year	＋1,421	－7,105

4.3.2　排出削減量

モデルプロジェクトとレファレンスシナリオの排出量の比較を以下に示す。

表4.3.2-1　モデルプロジェクトのエネルギー消費量とランニングコスト計算結果

項目	単位	オプション 1	オプション 2
レファレンスシナリオ	tonCO_2/year	122	122
モデルプロジェクト	tonCO_2/year	65	0
排出削減量	tonCO_2/year	57	122

4.4　モンゴル全体でのポテンシャル

モデルプロジェクトがモンゴル全土の公共建築物に普及した場合の建設費、ランニングコストの減少、排出削減量を以下に示す。モンゴル全土の公共建築物は130万m^2あると言われている。一方、モデルプロジェクトの延床面積は657m^2である。従って、モデルプロジェクトの数値を1,979倍（＝130万÷657）することによって、モンゴル全土での数値を計算した。

表4.4-1　プロジェクトのエネルギー消費量とランニングコスト計算結果

項目	単位	オプション 1	オプション 2
建設費	百万 US$	903	1,944
ランニングコスト（マイナスはプロジェクト実施によるコストが減ることを示す）	百万 US$/year	＋2.81	－14.09
排出削減量	万tonCO_2/year	11.3	24.2

第5章　環境影響の検討

5.1　環境影響の分析

5.1.1　環境面での影響（好影響・悪影響の双方）

本事業を実施した場合、環境への好影響としては、温室効果ガスの排出削減、大気汚染物質の排出削減、化石燃料消費量の削減が考えられる。一方、環境への悪影響としては、ヒートポンプ設置と運転による騒音と振動の発生が考えられる。また、ヒートポンプの冷媒の漏えい、熱源水側の不凍液の漏洩、地中の温熱環境の変化が考えられる。

5.1.2　好影響の担保のための措置

環境への好影響を担保するためには、導入するヒートポンプが想定通りの効率の良いものである必要がある。これを満足するためには、一定以上の効率のヒートポンプだけを対象にすることをポジティブリストへ盛り込むことも一案であろう。また、大気汚染物質の排出に関しては、暖房用石炭ボイラー使用による排出量が、石炭火力発電所での排出量より多いことが必要である。これについては、「第9章　コベネフィットの評価」で述べる。

5.1.3　悪影響の回避のための措置

環境への悪影響のうち、騒音と振動については、ヒートポンプを機械室へ適切に設置すること、必要に応じて防音・防振を装備することで回避できる。不凍液の漏えいに関しては、一般に継ぎ手の少ないシームレスの配管を使用すること、低毒性の不凍液を使用することで対処できる。地中の温熱環境に関しては、ヒートポンプのシミュレーションを用い、必要に応じて問題のない範囲に抑えることが可能である。一方冷媒の漏えいについては、残念ながら日本でも十分に回避できていない。温室効果のない自然冷媒（CO_2、NH_3）もあるが、必要な熱媒（温水、熱源水）の温度条件、必要なヒートポンプ効率、実際に売られている製品を考慮に入れれば、R134a（地球温暖化係数＝1,430）、R407C（地球温暖化係数＝1,770）、R410A（地球温暖化係数＝2,090）等のHFC系の温室効果のある冷媒を使用することも場合によっては必要になってくる。尚、CO_2冷媒を使用したいわゆる「エコキュート」はほとんどすべて空気熱源方式であり、地中熱利用方式ではない。また、モデルプロジェクトでは、NH_3冷媒のヒートポンプを選定している。

5.2　その他の間接影響

5.2.1　ボイラー運転員、石炭運送者の雇用

本事業を実施した場合、悪影響として、既存暖房用石炭ボイラーを運転管理するボイラーマンが不要になること、既存暖房用石炭ボイラーの燃料となる石炭を運搬する業者が不要になること、による雇用の喪失が考えられる。

失われた雇用は、モニタリング要員、新設されるヒートポンプの運転管理要員や、屋外に新設される太陽光発電設備の運転管理ならびに警備要員、新設工事に従事する建設作業員へ振り向けられることが望まれる。

5.2.2　地下空間利用権、水利権

本事業を実施した場合、地中熱利用ヒートポンプの導入により、第三者の地下空間の利用権や水利権が侵害される恐れがある。この点について、モンゴル政府・鉱物資源エネルギー省の見解は「地下のものは熱も水も含めて全てが国有財産である。公共建築物ならもちろん問題ない」とのことであった。

第6章　利害関係者のコメント収集

6.1　利害関係者の範囲

自然環境観光省によれば、本事業の利害関係者としては、①行政（鉱物資源エネルギー省、②アイマグ（AIMAG）センターあるいはソム（SOUM）センターの責任者）、③それ以外に本事業に関心のある人が考えられるとのことであった。まず、中央官庁に関しては、自然環境観光省において、気候変動調整室の担当官からコメントを収集した。次に鉱物資源エネルギー省については副大臣以下、エネルギー政策を担当している複数の担当官からコメントを収集している。更にソムセンターの公共建築物の立替を計画している道路交通建設都市開発省において、国際協力の担当官からもコメントを収集した。

また、モデルサイトであるセルゲレンソムの村長からのコメントも収集した。セルゲレンソムの村長は11月2日のIGES主催のワークショップにも参加頂いており、その際に改めて見解を表明頂いている。

6.2　コメントの収集方法及び時期

モンゴルにおけるCDMプロジェクトでは、これら以外にプロジェクトに関心のある人を集め、会合を開くことが行われている。既に登録を受けているプロジェクト（3件）のPDDを調べた結果、利害関係者の範囲として地元住民を対象とし、コメントの収集方法としてアンケート方式あるいはインタビュー方式を採用しているものがある。一方で、利害関係者の範囲を限定せずに、コメントの収集方法としてフォーラムを開催する方式、テレビでレポートを行う方式なども行われている。

本事業で実際に利害関係者のコメントを収集するのは、上記のCDMのPDDに相当する二国間オフセット・クレジット制度の事業設計図書を作成する段階となる予定である。コメントの収集方法は、は、行政機関については上述の通り、今回の実現可能性調査における現地調査時に直接のヒアリングを実施している。今後更にPDD作成段階でなれば、レターによるコメントの受領を想定している。それ以外に本事業に関心のある人のコメントについては、公聴会を開催して収集することが想定される。

6.3　収集されたコメント

以下収集されているコメントを紹介する。まずは、エネルギー政策を所管する**鉱物資源エネルギー省**にて収集されたコメントから紹介する。

Vice MinisterであるEnkhtaivan氏からのコメントは次の通りである。「ソムやアイマグの暖房供給は大きな課題だ。南部は石炭資源が豊富であるが、石炭を長い距離輸送しなければならないソムもあるので、地中熱ヒートポンプの普及は有効だと思う。24時間の安定した電力供給が必要だが、全てのソムがグリットで繋がったのでそれも可能だと考える。しかし、モンゴルでは地中熱ヒートポンプ導入に初期投資がかかるということがまだまだ理解されていない。昨年は財務省から予算を削られて、パイロットプロジェクトサイトであるズーモットアイマグにおいては幼稚

園しか完成しなかった。同パイロットプロジェクトに対する関係者の評判は非常に良い。竣工式には閣僚も出席している。この流れを受けて、国会議員の間で、地元の選挙区に地中熱利用ヒートポンプを導入したいという声が高まっている。国家予算は継続的に確保できるはずだ。認知度があがれば予算が増える可能性もある。ただ、全てのソムを国家予算でというのは現実的でないし、商業銀行でお金を借りて投資しても、省エネ分だけでは回収できないので、ファイナンスを工夫する必要がある。」以上の通り、本事業に対して非常に積極的なコメントを頂けたのは心強い限りである。

Senior Officer for Renewable EnergyであるGANBOLD氏からのコメントは以下の通りである。「今回調査が行われる地中熱利用ヒートポンプについては、我が国が策定している国家再生可能エネルギープログラムの目標達成に向けて、実現可能なソースだと思う。モデルサイトの候補地は300くらいある。オプション1よりはソーラーパネルを利用したオプション2の方が個人的には良いと思うがコストが高くなることが心配だ。」以上の通りこれも前向きな評価を頂いているが、コスト面の懸念は表明された。

Energy Policy DepartmentのDeputy DirectorであるPurevbayar氏からのコメントは次の通り。「実際ズーモットソムの幼稚園におけるパイロットプロジェクトは現地を視察した。視察した限り、騒音、振動、地下水・地下空間の保全等も含めて問題ないと考える。今のところ何か問題になっているという話も聞いていない。実際に現地での評判は良いと思う。但し、地中熱利用ヒートポンプについては、寒さの厳しいところで、断熱効果の悪い建築物に導入しても本当に効果的かどうかは疑問も残ると思う。今年予算がつく2件目のエルデネソムにおけるパイロットプロジェクトは新築の物件に導入される。パイロットプロジェクトの3件目の候補地はまだ決まっていない。2件の実績を見ながら検討することになる。日本がファイナンスして、日本の技術が導入されることは大歓迎だ。価格等の商業的条件で合意されれば、タイド（日本製品限定）の条件でも問題ないと考える。」以上の通りこれも前向きの評価を頂いた。但し、パイロットプロジェクトの結果を見守るという慎重な姿勢も示されている。

次に**自然環境観光省**からはHead of CDM National BureauであるTsendsuren氏のコメントを紹介する。「モンゴルにとっては、温暖化ガスの排出削減のための技術の導入が優先かつ重要課題であるが、ファイナンスの問題が技術移転の最大の障害になっている。本事業が実現すれば日本からの技術移転が進むことになるので良いことだと思う。反対する理由は無い。どのような技術分野、セクターを優先するべきか等について、UNEPが来年6月までFSを行っているが、今回の実現可能性調査の結果もUNEPのアセスメントに加えられれば良いと思っている。」とのことであった。

道路交通建設都市開発省からはHead of Corporation DivisionであるNyadavaar氏のコメントを紹介する。「96のソムを選定して、学校や病院等の公共建築物を建て替える計画がある。予算は当省に配分される国家予算で賄う。第1弾はエルデネソムであり、そこでは同時に地中熱利用ヒートポンプも鉱物資源エネルギー省の予算で導入される。建築物については設計も始まっている。必要な予算は96か所で7億ドルという試算がある。今のところ2016年までに実施する計画で

あるが、計画が軌道に乗るかどうかはエルデネソムの評価次第という面はある。本事業が実現すれば、本省の計画と相乗効果が期待できるのと考える。」とのことであった。

次に鉱物資源エネルギー省が所管している、モンゴルのエネルギー政策の実施機関である**エナジーオーソリティ**のHead of research, Information and Monitoring departmentであるEnkhtaivan氏のコメントを紹介する。「本事業にモンゴルの国家予算がつく可能性はあると考える。鉱物資源エネルギー省の副大臣がモンゴルヒートポンプ協会を設立した。副大臣はヒートポンプに対する理解があり、関心もあるのでサポートを期待できると思う。」とのことであった。

本事業のホストパーティとしての役割が期待される国家**再生可能エネルギーセンター**のDirectorであるOsgonbaatar氏からは「地中熱利用ヒートポンプはソムの暖房に適していると思う。現状は石炭ボイラーを使用しているが、石炭の輸送費用がかさんでいるところもある。但し、最初から全部のソムにというのは無理な話だ。少しずつ普及していけば、国内の認知度も上がっていくと思う。」と好意的なコメントを頂戴している。

最期に**モデルサイトの所在地であるセルゲレンソムの村長**であるMendsaikhan氏のコメントは次の通り。「100%賛成である。クリーンエネルギーが公共建築物に導入されることは良いことである。」このように、本事業の実現に対して非常に積極的かつ好意的であった。またIGES主催のワークショップにおいても「興味深いイベントであった。わが村のプロジェクトが実現するよう、私としても努力したい。」と表明頂いている。

第7章　資金計画、実施スキームの検討

7.1　資金計画

7.1.1　資金種類

モンゴルの金融市場は、未成熟であると言わざるを得ない。銀行数は14行であり、うち大手3行の合計資産が7割以上を占める。外国銀行の支店は無い。国営銀行としては、同国のインフラプロジェクトへのファイナンスを目的としてモンゴル開発銀行が設立されてはいるが、いまだに韓国開発銀行からマネジメントサポートを受けて業務立上げ中の段階である。モンゴルの地場銀行の特徴であるが、社会主義経済から移行後20年ということから、各銀行の歴史も浅く規模も小さい為、同国最大の銀行であるGolomt Bankでも総資産が約920億円相当であり、日本のメガバンクの1%にも満たない。大規模なプロジェクトファイナンスを行うに足る規模ではなく、貸出金利も最低でも年利12%を超えており、プロジェクトファイナンスに適しているとは言い難い。

本事業は、石炭使用量削減効果に比し、初期投資コストが高価となり、投資回収期間が極めて長期となる。その場合、初期投資コストをモンゴルの地場銀行からのファイナンスで調達しようとしても、地場銀行からの通常の貸出期間（最大10年）を超えてしまう。また、地場銀行では、地中熱利用ヒートポンプ案件を含めた環境ファイナンスの実績が無いことなどから、初期投資コストを通常のファイナンス・スキームで対応するのは困難であると判断せざるを得ない。

以上のことから、本事業の全国展開の初期段階のファイナンスとしては、国際機関からのソフトローンが有力な選択肢であり、JICAが設定している有償円借款、ADB等の国際機関の有償借款の可能性は一考に値すると思料される。この場合、モンゴル政府が借入人もしくは保証人となることが必要になる。

ただしJICA及びADBについては、モンゴルのクリーン・エネルギー案件に対する1件当りの最大融資枠は現状約50億円程度で、残りの部分については、モンゴル政府が自己資金又は別途融資のアレンジが必要となる。一度にモンゴル全土の公共建築物に対して本事業を実施するのは、現状のモンゴル政府の財政状況・債務返済能力等を勘案すると難しく、段階的に実施するシナリオの実現性が高いと考えられる。

7.1.2　クレジット購入代金

本事業の資金源としては、二国間オフセット・クレジット制度によって発行されるクレジットの売却収入が考えられる。一般にクレジットへの対価の支払いは前払いと、ペイオンデリバリーの2通りがあるが、二国間オフセット・クレジット制度に関する国内の法制度整備の状況、及びCOP17における国際的な合意形成の状況を鑑みれば、現段階でクレジット対価の前払いによる本事業への資金投入を想定することは現実的とは言い難い。クレジット収入はそれが実現した後に、モンゴル政府が融資で調達した資金の返済原資に充当されることで、モンゴル政府の負担金額から減算されるとここでは想定しておく。

7.1.3　政府補助金の可能性

モンゴル政府は最近2年間、地中熱利用ヒートポンプのパイロットプロジェクトとして年間1か所ずつそれぞれ20億Tgの予算を充てている。モンゴル政府の財政収支は2010年に黒字転換（100万US$）したばかりであることから、本事業への予算を急速に拡大させることは、少なくとも現段階ではあまり現実的ではない。

財政収支改善には資源価格動向及び資源開発の進捗動向が鍵となるが、世界最大規模の銅鉱山であるオユトルゴイや年間数百万トンの良質な石炭の産出が見込まれるタバントルゴイの開発が進展すれば、財政収支改善が見込まれ、本事業に対しても予算配分の増大が期待される。特にオユトルゴイについては2013年にも生産及び輸出開始が期待されている。

本事業の資金源は、その多くの部分をモンゴル政府の自己負担に頼らざるを得ないが、JICAやADBのソフトローンを資金源とすることを端緒として、モンゴルのGDP成長と軌を一にする形で段階的に全国的な普及が進展することが期待される。

7.1.4　ファイナンスの可能性

ここで、当面の有力なファイナンスソースである、JICAの有償資金協力とADBの再生可能・省エネルギー／気候変動プログラムについて、実際に活用するにあたっての条件面等について検討をしておく。いずれのスキーム共、モンゴル政府よりそれぞれ、日本政府、ADBに対して、資金の要請が必要である。

7.1.4.1 JICA有償資金協力

モンゴルは、現時点のJICAの所得階層別分類では「低所得国」に分類されている。JICAの円借款供与条件には、3つの分類（一般条件、優先条件、STEP（本邦技術活用条件））がある。また温室効果ガス削減案件については、通常の円借款に加え、気候変動対策円借款の活用が可能となっている。

地中熱利用ヒートポンプ案件については、以下の3つの分類で適用可能性があると考えられる。

(1)　円借款の優先条件：再生可能エネルギー案件が対象
(2)　円借款のSTEP条件：本邦技術を活用する案件が対象
(3)　気候変動対策円借款：温室効果ガス削減案件が対象

①　円借款条件

(1)　円借款の優先条件

円借款の優先条件適用可能な対象分野は下記の分野が含まれ、地中熱利用ヒートポンプ案件は優先条件適用可能な対象分野である代替エネルギー（新・再生可能エネルギー）に該当するものと考えられる。

a.　森林保全・造成
b.　公害防止

c. 省エネ・省資源
d. 自然環境保全
e. 代替エネルギー（新・再生可能エネルギー）
f. 例：太陽光発電・太陽熱利用（発電を含む）、風力発電、廃棄物発電及び熱利用、地熱発電、バイオマスエネルギー、都市廃熱利用、燃料電池、排ガス利用
g. オゾン層保護
h. 海洋汚染防止
i. 砂漠化防止
j. 感染症対策・貧困削減に資する上水道

(2) 円借款のSTEP条件

地中熱利用ヒートポンプ案件で本邦技術が活用される場合は、STEP条件についても適用可能と考える。STEP条件については、OECDルール上タイド援助供与可能な条件として、毎年1月15日に見直しが行われている。

表7.1.4-1 低所得国に対する円借款供与条件

	基準／オプション	金利（%）	償還（年）	うち据置期間（年）	調達条件
一般条件	基準	1.4	30	10	アンタイド
	オプション 1	0.8	20	6	
	オプション 2	0.7	15	5	
優先条件	基準	0.65	40	10	アンタイド
	オプション 1	0.55	30	10	
	オプション 2	0.5	20	6	
	オプション 3	0.4	15	5	
STEP	基準	0.2	40	10	タイド
	オプション	0.1	30	10	

(3) 気候変動対策円借款

気候変動対策円借款は、平成20年に発表された「クールアース推進構想」を受けて組成された制度で、温室効果ガスの排出抑制と経済成長の両立について政策協議を経た国に対し、優先条件適用分野のうち気候変動の緩和に資する案件を中心にプログラム及びプロジェクト支援を目的とする。地中熱利用ヒートポンプ案件は気候変動の緩和に資する案件であり、気候変動円借款の対象案件となりうると考えられる。

また基準／オプションは償還期間により分類され、償還期間の違いにより金利が変動し、各案件毎に選択・決定される。

表7.1.4-2 気候変動円借款供与条件

	基準／オプション	金利（%）	償還（年）	うち据置期間（年）	調達条件
優先条件	基準	0.3	40	10	アンタイド
	オプション 1	0.25	30	10	
	オプション 2	0.2	20	6	

	オプション 3	0.15	15	5	
STEP	基準	0.1	40	10	タイド

② 円借款案件選択の流れ

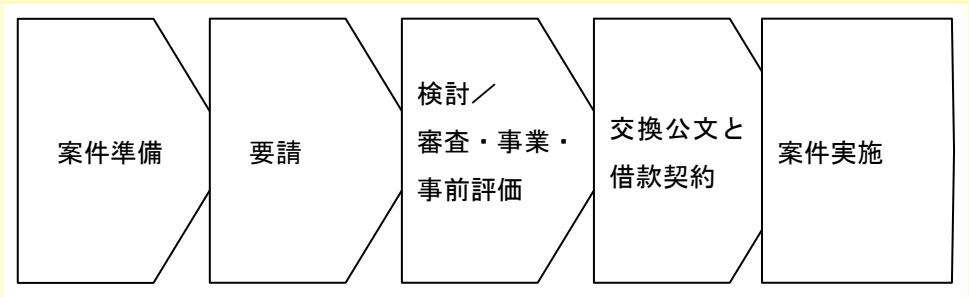


図7.1.4-1　円借款案件の流れ

案件選択時のポイントは以下の3点である。

(1) JICAのモンゴル取組みの重点分野（以下）に合致している

a. 重点分野1：鉱物資源セクターの持続可能な開発とガバナンスの強化
b. 重点分野2：Inclusive Growth（包括的成長）の実現に向けた支援
c. 重点分野3：ウランバートル都市機能強化

(2) モンゴル政府にとって優先順位が高く、モンゴル政府から融資要請が出る案件

(3) 日本企業の関与がある案件

③ JICA円借款を活用した省エネ建築物案件のスキーム図

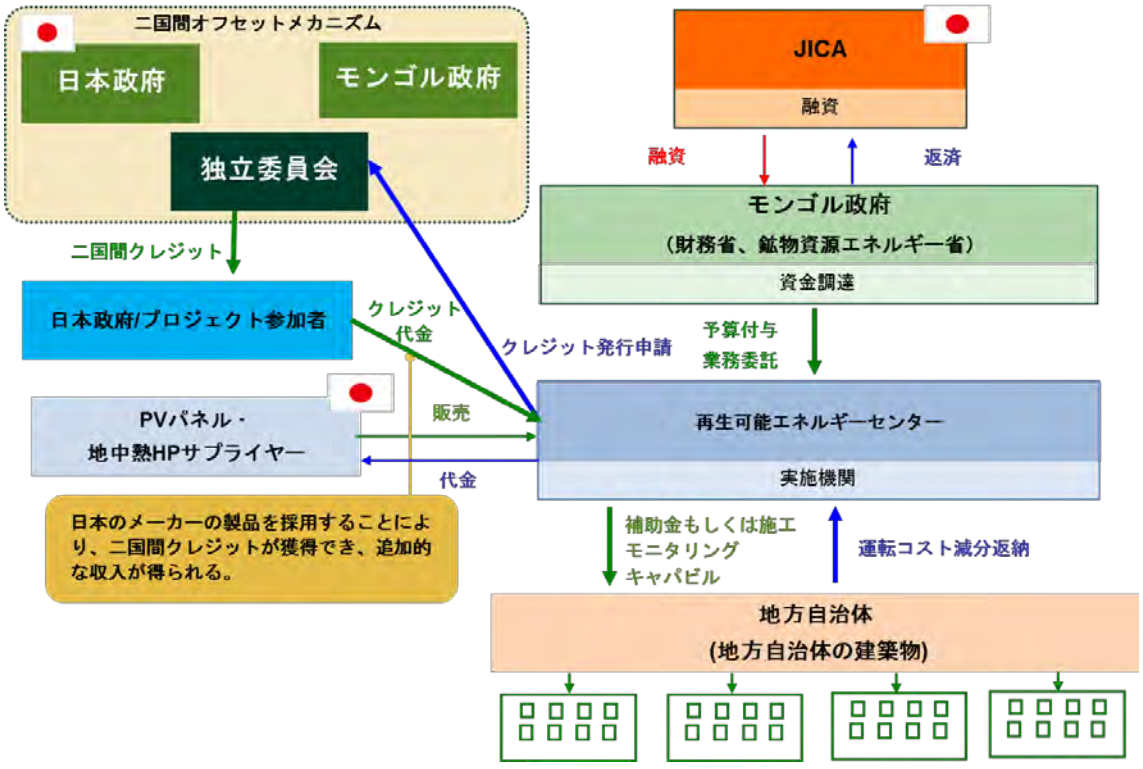


図7.1.4-2　JICA円借款を活用した省エネ建築物案件のスキーム

④ 金利コスト試算例

(1) 融資条件の仮定

金利コストを計算するために、融資条件を以下のように設定した。

表7.1.4-3　融資条件の設定

ファシリティ	JICA 気候変動円借款 STEP
基準／オプション	基準
融資金額	50 億円（他の資金スキームと比較する為に融資金額 50 億円と仮定
据置期間	10 年
返済（償還）期間	30 年
金利	0.1%（固定）
契約日・引出日	2011 年 11 月 30 日

(2) 試算結果

金利コストの計算結果を以下に示す。

表7.1.4-4　JICA円借款を活用した場合の金利コスト

適用金利	0.1	%
引出日	2011年11月30日	
据置期間	10	年
返済（償還）期間	30	年
金額	5,000,000,000	円

		元本返済	貸付残高	金利	返済金額
0	2011/11/30	0	5,000,000,000	0	0
1	2012/11/30	0	5,000,000,000	5,000,000	5,000,000
2	2013/11/30	0	5,000,000,000	5,000,000	5,000,000
3	2014/11/30	0	5,000,000,000	5,000,000	5,000,000
4	2015/11/30	0	5,000,000,000	5,000,000	5,000,000
5	2016/11/30	0	5,000,000,000	5,000,000	5,000,000
6	2017/11/30	0	5,000,000,000	5,000,000	5,000,000
7	2018/11/30	0	5,000,000,000	5,000,000	5,000,000
8	2019/11/30	0	5,000,000,000	5,000,000	5,000,000
9	2020/11/30	0	5,000,000,000	5,000,000	5,000,000
10	2021/11/30	0	5,000,000,000	5,000,000	5,000,000
11	2022/11/30	166,666,667	4,833,333,333	5,000,000	171,666,667
12	2023/11/30	166,666,667	4,666,666,666	4,833,333	171,500,000
13	2024/11/30	166,666,667	4,499,999,999	4,666,667	171,333,334
14	2025/11/30	166,666,667	4,333,333,332	4,500,000	171,166,667
15	2026/11/30	166,666,667	4,166,666,665	4,333,333	171,000,000
16	2027/11/30	166,666,667	3,999,999,998	4,166,667	170,833,334
17	2028/11/30	166,666,667	3,833,333,331	4,000,000	170,666,667
18	2029/11/30	166,666,667	3,666,666,664	3,833,333	170,500,000
19	2030/11/30	166,666,667	3,499,999,997	3,666,667	170,333,334
20	2031/11/30	166,666,667	3,333,333,330	3,500,000	170,166,667
21	2032/11/30	166,666,667	3,166,666,663	3,333,333	170,000,000
22	2033/11/30	166,666,667	2,999,999,996	3,166,667	169,833,334
23	2034/11/30	166,666,667	2,833,333,329	3,000,000	169,666,667
24	2035/11/30	166,666,667	2,666,666,662	2,833,333	169,500,000
25	2036/11/30	166,666,667	2,499,999,995	2,666,667	169,333,334
26	2037/11/30	166,666,667	2,333,333,328	2,500,000	169,166,667
27	2038/11/30	166,666,667	2,166,666,661	2,333,333	169,000,000
28	2039/11/30	166,666,667	1,999,999,994	2,166,667	168,833,334
29	2040/11/30	166,666,667	1,833,333,327	2,000,000	168,666,667
30	2041/11/30	166,666,667	1,666,666,660	1,833,333	168,500,000
31	2042/11/30	166,666,667	1,499,999,993	1,666,667	168,333,334
32	2043/11/30	166,666,667	1,333,333,326	1,500,000	168,166,667
33	2044/11/30	166,666,667	1,166,666,659	1,333,333	168,000,000
34	2045/11/30	166,666,667	999,999,992	1,166,667	167,833,334
35	2046/11/30	166,666,667	833,333,325	1,000,000	167,666,667
36	2047/11/30	166,666,667	666,666,658	833,333	167,500,000
37	2048/11/30	166,666,667	499,999,991	666,667	167,333,334
38	2049/11/30	166,666,667	333,333,324	500,000	167,166,667
39	2050/11/30	166,666,667	166,666,657	333,333	167,000,000
40	2051/11/30	166,666,657	0	166,667	166,833,324
合計		**5,000,000,000**		**127,500,000**	**5,127,500,000**

JICA気候変動円借款STEPにて50億円融資を受けた場合の金利負担は約1.3億円である。

7.1.4.2 ADB　再生可能・省エネルギー／気候変動対策プログラム

(1) 取組み分野

ADBの再生可能・省エネルギー／気候変動対策プログラムの取り組み分野は以下の通りである。

a. 省エネルギー及び再生可能エネルギーの導入
b. エネルギー安全保障強化の地域協力
c. 貧困層へのエネルギー供給
d. 官民パートナーシップ
e. セクターのキャパビル

(2) ADBのモンゴルでのエネルギー案件実績

ADBの再生可能・省エネルギー／気候変動対策プログラムのこれまでの案件実績は以下の通りである。

表7.1.4-5　ADBの再生可能・省エネルギー／気候変動対策プログラムのこれまでの案件実績

融資	熱供給 4 案件に融資を実施（1995 年から計 90 百万米ドル相当を融資）。
技術支援	電力供給システム・再生可能エネルギー案件に対する技術協力を実施（計 6.3 百万米ドル相当）。
補助金	日本政府からの資金で補助金提供（2008 年より開始し計 3.5 百万米ドル相当）。貧困撲滅案件として、主に住宅の断熱・熱供給システムの向上を通じた省エネ案件、及び安価な電力供給案件を支援。
技術支援	エネルギー分野のマスタープラン策定、コンバインド・サイクル案件及び電力案件の設計、モンゴルと中国の電力取引の経済モデル開発、省エネ法の草案等の支援（計 2.8 百万米ドル相当）。

(3) ADBの融資条件（政府宛融資・政府保証付き案件）

ADBの融資条件について以下に整理する。

表7.1.4-6　ADBの融資条件

モンゴル政府宛のクリーン・エネルギー分野に対する融資枠	年間融資枠 62 百万米ドル（2012 年度分、1 案件又は複数案件の合計）
通貨	US$、円、EUR
引出期間	5 年
返済期間	25 年
金利	6 ヶ月 LIBOR＋0.07%（2011 年 11 月時点）
コミットメントフィー	未使用残高に対して年率約 0.15%
その他	借入人が政府で無い場合はモンゴル政府からの保証が必要

(4) ADBの資金支援メニュー

ADBの資金支援メニューは以下の通りである。

表7.1.4-7　ADBの資金支援メニュー

公的セクター	政府宛融資 技術支援
民間セクター	国営会社宛融資（政府保証の無い融資については未だ実績無し） 民間宛融資（モンゴルでは未だ実績無し） 投資（出資） 保証業務 技術支援

(5) ADB支援ツール（2012年度分）

ADBの支援ツールは以下の通りである。

表7.1.4-8　ADBの支援ツール

技術協力	最大 550 千米ドル
政策協力	最大 1 百万米ドル
キャパシティビルディング	最大 1 百万米ドル
地域技術協力	最大 1 百万米ドル
小規模技術協力	最大 225 千米ドル
貧困撲滅案件向け日本基金	最大 3 百万米ドル

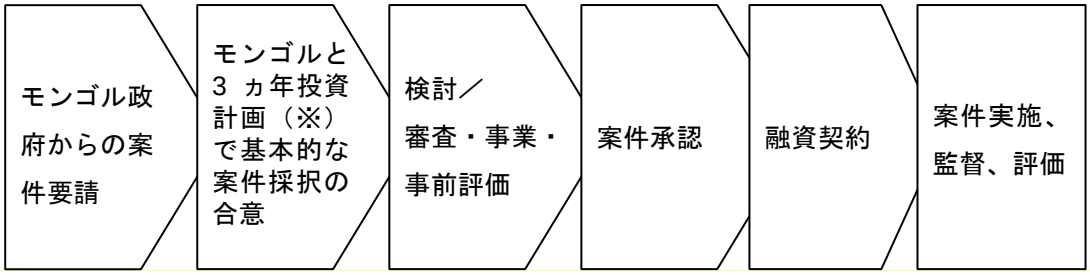
(6) ADBの再生可能・省エネ／排出権関連案件のファンド

ADBの再生可能・省エネ／排出権関連案件のファンドには以下のものがある。

表7.1.4-9　ADBの再生可能・省エネ／排出権関連案件のファンド

Asian Clean Energy Fund	26 百万米ドル	ADB 融資案件に付随する補助金	1 件当り 最大 3 百万米ドル
		技術支援	1 件当り 最大 2 百万米ドル
Asian Pacific Carbon Fund	150 百万米ドル	CDM 案件への排出権への前払	
Future Carbon Fund	115 百万米ドル	2013 年以降の排出権への前払	
Japan Fund for Poverty Reduction	40 百米ドル	小規模案件への ADB 融資案件に付随する補助金	1 件当り 最大 3 百万米ドル

① 手続きの流れ



注：　ADB とモンゴル政府が合意する 3 ヵ年投資計画で、現在の計画は昨年末に作成されたもの。毎年、年度末に ADB とモンゴル政府が協議・合意の上、3 ヵ年投資計画を更新している。

図7.1.4-3　手続きの流れ

(1) 案件選択時のポイント

案件選択時のポイントは以下の3点である。

a. ADBのStrategy 2020（注）（The Long-Term Strategic Framework of the ADB 2008-2020）の全体方針に合致している案件
b. ADBの国別援助計画の個別セクター毎のStrategyに合致している案件
c. ADBのStrategyに則り、かつモンゴル政府から案件要請がある案件

注： ADB Strategy 2020 は、2008 年に発表した 2020 年迄の ADB の長期戦略フレームワークで、ADB の課題、取組み分野や目標について明記している。この中で、ADB の今後の主な取組み分野として、インフラ分野では再生可能エネルギー案件の支援、また環境分野の中では再生可能エネルギー活用を通じた低炭素経済への移行支援が含まれている。ADB Strategy 2020 の詳細については下記リンク先を参照。
http://beta.adb.org/sites/default/files/Strategy2020.pdf

(2) ADBデューデリジェンス項目

ADBデューデリジェンス項目は以下の通りである。

a. 技術的評価
b. 財務分析（収益率、財務分析、親会社の財務分析）
c. 経済性評価
d. 環境評価（環境影響評価）
e. 社会的評価（土地収用の影響、少数民族への影響、その他社会的側面への影響）
f. ガバナンス（調達方法等）
g. セクター（政策、法規制）
h. 当該国の債務返済能力

② ADB円融資・補助金を活用した省エネ建築物案件のスキーム図

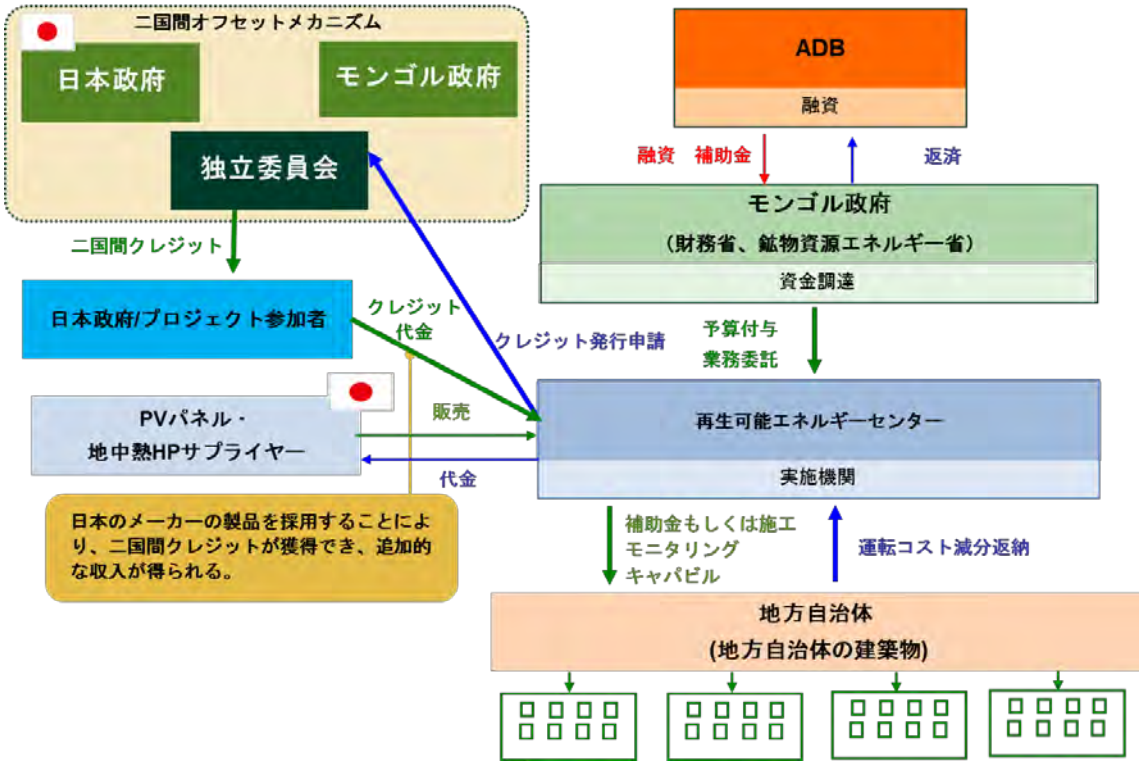


図7.1.4-4　ADB円融資・補助金を活用した省エネ建築物案件のスキーム図

③ 金利コスト試算例

(1) 融資条件の仮定

金利コストを計算するために、融資条件を以下のように設定した。

表7.1.4-10　融資条件の設定

ファシリティ	ADB 融資
融資額	50 億円
据置期間	5 年
返済（償還）期間	20 年
金利	6 ヶ月 LIBOR＋0.07%（実際は半年毎の変動金利であるが、試算では 2011 年 11 月 15 日の 6 ヶ月 LIBOR（円）0.34%を使用すると、金利は 0.41%となる。試算では金利を融資期間中 0.41%の固定金利と仮定して計算する。）
契約日・引出日	2011 年 11 月 30 日 契約日に全額引出すこととし、コミットメントフィーは発生しないものとする。
返済	半年毎に元本均等返済
ADB ファンド	Asian Clean Energy Fund から補助金 3 百万米ドル（240 百万円：1 ドル＝80 円換算）
利用可能な資金総額	52.4 億円

(2) 試算結果

金利コストの計算結果を以下に示す。

表7.4.1-11　ADB円融資・補助金を活用した場合の金利コスト

6 ヶ月 LIBOR（円）（11/15）	0.34	%
ADB マージン（11/15 時点）	0.07	%
金利	0.41	%
引出日	2011 年 11 月 30 日	
据置期間	5	年
返済（償還）期間	20	年
借入金額	5,000,000,000	円
ファンドからの補助金	240,000,000	円
利用可能な資金総額	5,240,000,000	円

		元本返済	貸付残高	金利	返済金額
0	2011/11/30	0	5,000,000,000	0	0
1	2012/5/30	0	5,000,000,000	10,250,000	10,250,000
2	2012/11/30	0	5,000,000,000	10,250,000	10,250,000
3	2013/5/30	0	5,000,000,000	10,250,000	10,250,000
4	2013/11/30	0	5,000,000,000	10,250,000	10,250,000
5	2014/5/30	0	5,000,000,000	10,250,000	10,250,000
6	2014/11/30	0	5,000,000,000	10,250,000	10,250,000
7	2015/5/30	0	5,000,000,000	10,250,000	10,250,000
8	2015/11/30	0	5,000,000,000	10,250,000	10,250,000
9	2016/5/30	0	5,000,000,000	10,250,000	10,250,000
10	2016/11/30	0	5,000,000,000	10,250,000	10,250,000
11	2017/5/30	125,000,000	4,875,000,000	10,250,000	135,250,000
12	2017/11/30	125,000,000	4,750,000,000	9,993,750	134,993,750
13	2018/5/30	125,000,000	4,625,000,000	9,737,500	134,737,500
14	2018/11/30	125,000,000	4,500,000,000	9,481,250	134,481,250
15	2019/5/30	125,000,000	4,375,000,000	9,225,000	134,225,000
16	2019/11/30	125,000,000	4,250,000,000	8,968,750	133,968,750
17	2020/5/30	125,000,000	4,125,000,000	8,712,500	133,712,500
18	2020/11/30	125,000,000	4,000,000,000	8,456,250	133,456,250
19	2021/5/30	125,000,000	3,875,000,000	8,200,000	133,200,000
20	2021/11/30	125,000,000	3,750,000,000	7,943,750	132,943,750
21	2022/5/30	125,000,000	3,625,000,000	7,687,500	132,687,500
22	2022/11/30	125,000,000	3,500,000,000	7,431,250	132,431,250
23	2023/5/30	125,000,000	3,375,000,000	7,175,000	132,175,000
24	2023/11/30	125,000,000	3,250,000,000	6,918,750	131,918,750
25	2024/5/30	125,000,000	3,125,000,000	6,662,500	131,662,500
26	2024/11/30	125,000,000	3,000,000,000	6,406,250	131,406,250
27	2025/5/30	125,000,000	2,875,000,000	6,150,000	131,150,000
28	2025/11/30	125,000,000	2,750,000,000	5,893,750	130,893,750
29	2026/5/30	125,000,000	2,625,000,000	5,637,500	130,637,500
30	2026/11/30	125,000,000	2,500,000,000	5,381,250	130,381,250
31	2027/5/30	125,000,000	2,375,000,000	5,125,000	130,125,000
32	2027/11/30	125,000,000	2,250,000,000	4,868,750	129,868,750
33	2028/5/30	125,000,000	2,125,000,000	4,612,500	129,612,500
34	2028/11/30	125,000,000	2,000,000,000	4,356,250	129,356,250
35	2029/5/30	125,000,000	1,875,000,000	4,100,000	129,100,000
36	2029/11/30	125,000,000	1,750,000,000	3,843,750	128,843,750
37	2030/5/30	125,000,000	1,625,000,000	3,587,500	128,587,500

		元本返済	貸付残高	金利	返済金額
38	2030/11/30	125,000,000	1,500,000,000	3,331,250	128,331,250
39	2031/5/30	125,000,000	1,375,000,000	3,075,000	128,075,000
40	2031/11/30	125,000,000	1,250,000,000	2,818,750	127,818,750
41	2032/5/30	125,000,000	1,125,000,000	2,562,500	127,562,500
42	2032/11/30	125,000,000	1,000,000,000	2,306,250	127,306,250
43	2033/5/30	125,000,000	875,000,000	2,050,000	127,050,000
44	2033/11/30	125,000,000	750,000,000	1,793,750	126,793,750
45	2034/5/30	125,000,000	625,000,000	1,537,500	126,537,500
46	2034/11/30	125,000,000	500,000,000	1,281,250	126,281,250
47	2035/5/30	125,000,000	375,000,000	1,025,000	126,025,000
48	2035/11/30	125,000,000	250,000,000	768,750	125,768,750
49	2036/5/30	125,000,000	125,000,000	512,500	125,512,500
50	2036/11/30	125,000,000	0	256,250	125,256,250
合計		**5,000,000,000**		**312,625,000**	**5,312,625,000**

ADB円融資を50億円受けた場合の金利負担は約3億円である。

7.2 実施スキーム

7.2.1 実施スキーム案

本事業は、モンゴル側のカウンターパートであり、モンゴル政府が100%出資して設立した鉱物資源エネルギー省の傘下の国営企業である再生可能エネルギーセンターがホスト役となって実施されることを想定している。

同センターは、鉱物資源エネルギー省の予算で実施された、ズーモットアイマグにおける地中熱利用ヒートポンプ導入のパイロットプロジェクトを施工している他、来年度同省の予算で実施予定であるエルデネソムにおけるパイロットプロジェクトの仕様書の作成や調達業務を担当することになっている。

また、鉱物資源エネルギー省の副大臣であり、モンゴル地中熱利用ヒートポンプ協会の理事長である、Enkhtaivan氏へのヒアリングにおいて、同国における地中熱利用ヒートポンプの普及に際しては、同センターに今後とも中心的な役割を果たしてもらう予定であるとのコメントもある。

以上のことから、鉱物資源エネルギー省が所管する予算を資金源として、同センターが本事業を実施すると想定することは妥当であると考える。

実施にあたって同センターは、パイロットプロジェクトによって蓄積されたノウハウを活かしつつ、個別のソムの公共建築物に合わせた仕様の決定と設計を、必要に応じて清水建設と協力しながら行い、導入に必要な初期投資額を積算し、適正な価格による調達と施工監理を行う。

オプション2の場合は導入によって、太陽光発電による売電収入があり、公共建築物のランニングコストが減少するが、その減少分は公共建築物の管理者から同センターに返納され、本事業の事業費として充当される。

導入後の設備の運転は公共建築物の管理者に移管されることになるが、運転に必要なキャパシティビルディングは同センターが担当する。モニタリングは、既述のモニタリング計画に則り、公共建築物の管理者と同センターが分担して行い、同センターがモニタリング報告書を作成する。

7.2.2　クレジット価格の設定

二国間オフセット・クレジット制度によるクレジット価格の設定は、現在流通している既存のクレジット、特にセカンダリーCER価格との対比で考えることにする。

二国間オフセット・クレジット制度によるクレジットの発行に際しては、国連CDM理事会のような国際機関が関与することになるかどうかは今後の交渉次第である。このことはクレジットの流動性に大きく影響するであろう。二国間の合意によって発行されたクレジットが、その他の第三国や国際機関からクレジットとして認められる可能性は未知数であると言わざるを得ないからである。

また、二国間オフセット・クレジット制度のMRV制度については、信頼性を損なわないよう最大限留意されることになるとは言え、既存のCDMと比較すれば、簡略化されるであろうことは否めない。簡略化される分だけ、市場におけるクレジットの評価が下がる可能性は否定できない。

現在の各種クレジットの流通価格であるが、EUAとCERの取引について世界の取引量の90%以上を担っているロンドンのインターコンチネンタル取引所における2014年12月渡しのセカンダリーCER価格は、2012年2月中旬現在で1トン当たり約5ユーロとなっている。ここではこの価格を指標として、二国間オフセット・クレジット制度のクレジット価格が同価格に対してどのような水準で推移するかを想定し、二国間オフセット・クレジット制度のクレジットの価格によって変化することになる「モンゴル政府が全ての地方公共建築物で本事業を実施する場合の負担金額」について検討した。

7.2.3　クレジット価格によるモンゴル政府負担金額の変化

検討結果を数値とグラフで示すと、下表と下図のようになる。

表7.2.3-1　事業費試算結果（単位百万US$）

オプション	初期投資額	運転経費改善額（15 年）	総事業費（15 年）
オプション 1	903	−42	950
オプション 2	1,944	211	1738

表7.2.3-2　クレジット価格によるモンゴル政府負担金額の変化

クレジット単価 (US/tonCO_2$)	0.0	1.1	2.1	3.2	4.3	5.3	6.4	7.4	8.5	9.6
モンゴル政府負担（オプション 1）（**百万** US$）	950	949	947	945	943	941	940	938	936	934
モンゴル政府負担（オプション 2）（**百万** US$）	1,738	1,735	1,731	1,727	1,723	1,719	1,715	1,711	1,707	1,704

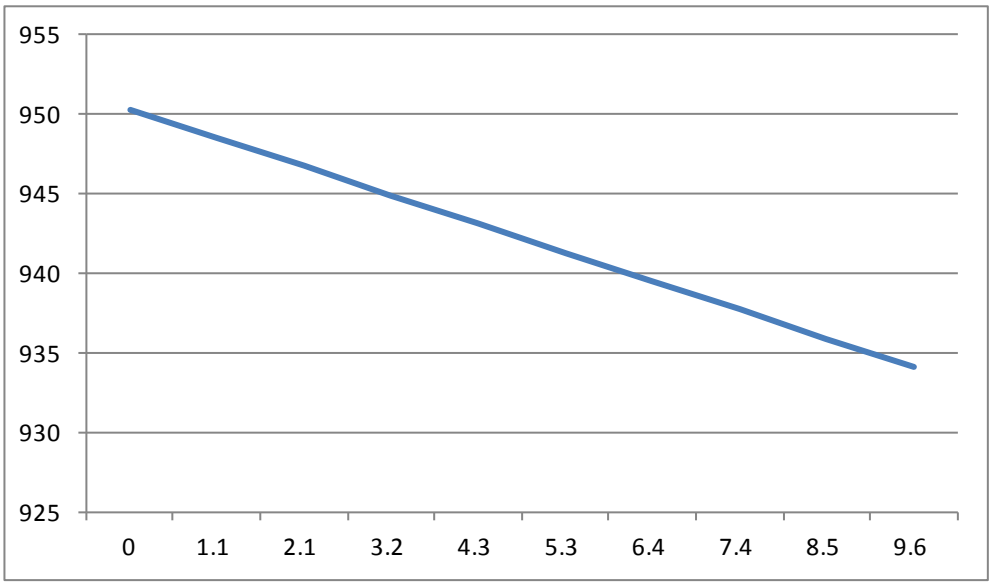


図7.2.3-1　モンゴル政府負担金（縦軸：百万US$）と
クレジット単価（横軸：US$/ton$CO_2$）の関係
（オプション1）

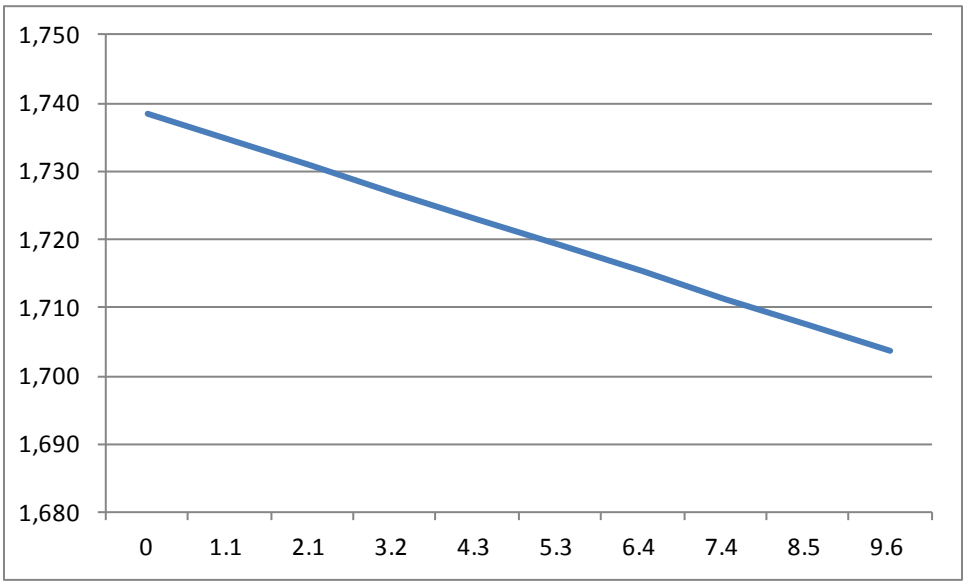


図7.2.3-2　モンゴル政府負担金（縦軸：百万US$）と
クレジット単価（横軸：US$/ton$CO_2$）の関係
（オプション2）

二国間オフセット・クレジット制度により発行されるクレジットは、上記の考察から、CERより高価格で取引されることは想定し難い。しかし、将来のCER価格には不確実性があるため（現在の価格よりも値上がりする可能性もあるため）、ここでは二国間オフセット・クレジット制度のクレジット価格を、50US$を上限、0US$を下限とした場合に、モンゴル政府が本プロジェクトを実施する為に必要となる負担金額がどのように推移するかを検討している。

クレジット収入の全事業費に対する割合は、クレジット価格を上記2012年2月中旬現在のセカンダリーCER価格指標の90%と想定したケースにおいても、オプション1のケース、オプション2のケース共に約1%程度となり、本事業の資金源として、クレジット収入に多くを期待するのは難しい状況である。

将来的な展望であるが、地中熱利用ヒートポンプの全国的な普及が進めば、とりわけ現地における工事への参入業者が増加して、競争原理が働き事業費が低減することで、事業費に対するクレジット収入の比率も高まるであろう。何よりも国際交渉の進展により、締約国の目標が引き上げられ、クレジット需要が高まってクレジット価格が上昇することで、クレジットを必要とする民間からの投資を呼び込める環境が形成されることが望まれるところである。日本の国内制度設計においても、民間企業から二国間オフセット・クレジット制度のクレジット需要が発生するような制度づくりが切望される。

7.2.4 スキーム案に関するモンゴル側の意見

本事業のスキーム案と資金計画についてのモンゴル側の見解であるが、鉱物資源エネルギー省のEnkhtaivan副大臣へのヒアリング（2011年10月）においては、全国のソムへ地中熱利用ヒートポンプを導入する予算を全てモンゴルの国家予算で賄うのは、少なくとも現時点では現実的でないとのことであった。

同副大臣によれば、地中熱利用ヒートポンプは初期投資コストがかさむことについて、モンゴル国内での理解が進んでおらず、国家予算の確保には時間がかかるであろうとのことである。今後は、地方選出の国会議員に対して、再生エネルギーとしてポテンシャルのある地中熱利用ヒートポンプの導入について訴えていきたいとのことであった。

一方、同省の局長クラスの事務方に今回の調査について報告を行ったところ、本事業の初期投資の全てをクレジット収入で賄うことは困難であろうとの認識は当初からあり、大気汚染対策への有効性等、本事業のコベネフィット効果をも十分に評価した上で、国家予算による段階的な全国への普及を検討しているとのことであった。

国際協力銀行やアジア開発銀行のソフトローンにより、稼働するプロジェクトが増加することで、地中熱利用ヒートポンプの認知度が高まり、国家予算の確保による全国的な普及が加速することが期待される。

7.3 資金計画のまとめ

以上から、資金計画をまとめると以下のようになる。

- ✓ クレジットの収入だけでは本事業は成り立たない。
- ✓ モンゴル政府は、クレジット収入以外の自主財源を確保する必要がある。
- ✓ 上記の自主財源の確保にあたって、モンゴル政府は、一般的な銀行の融資を活用できない。
- ✓ 上記の自主財源の確保にあたって、モンゴル政府は、JBICやADB等のソフトローンを活用できる。
- ✓ 自主財源の必要量は、クレジットの市場価格によって著しく変動する。

- ✓ 本事業は全国の公共建築物で一気に推し進めるのではなく、可能な範囲で優先順位をつけて徐々に推進・拡大していけば良い。
- ✓ 本事業の実施に当たっては、ノウハウがある再生可能エネルギーセンターが中心的な役割を果たすべき。

第8章　日本製技術の導入促進策

8.1　採用が可能な日本技術

本事業で想定している地中熱を使用したヒートポンプシステム、太陽光発電システムのうち、採用が可能と見込まれる日本技術、製品を以下に示す。

8.1.1　地中熱利用ヒートポンプ

地中熱利用ヒートポンプ技術は、主に欧州、日本、アメリカの独壇場である。このうち、モンゴルから地理的に一番近いのは日本であり、日本に大きなアドバンテージがあると言える。但し、日本のヒートポンプは低温（50℃程度未満）の温水出力を対象にしたものが多いことに注意する必要がある。これは日本の暖房が送風機と温水コイルの組み合わせで行われているからである。一方、モンゴル等の大陸では高温（60℃以上）の温水を用い、ラジエーターのような送風機のない放熱器で暖房が行われている。従って、日本のヒートポンプを適用する際には、モンゴルの使用状況に適合したヒートポンプを新たに設計するか、高温への対応が容易な2段圧縮方式のヒートポンプシステムを採用するか、日本式の低温温水による暖房システムを導入するかのいずれかを指向しなければならないであろう。最後の案を採用する場合は、それがモンゴルの暖房文化として受け入れられる必要もある。

8.1.2　太陽光発電

モンゴルには太陽光発電パネルの製造工場があり、これらの工場からモンゴル国内向けに太陽光発電パネルが出荷されている実績がある。例えば、再生可能エネルギーセンターは、アメリカの技術を導入して、自社工場を保有している。一方、日本企業では賛光精機のグループ会社であるサンコウ・ソーラー・モンゴリア社が台湾の技術（元はドイツの技術）を導入してパネルを製造（セルを輸入してモジュールを製造）している。日本の製品のパネルは性能が良い半面、高価であるため、輸送コストを負担してまでモンゴルで日本の製品を採用する必然性は極めて乏しい。また、モンゴルは土地がいくらでもあるため、太陽光発電パネルをコンパクトに納める必然性もなく、高性能な、つまり高効率で高価なパネルは需要がないであろう。この意味から日本技術が採用される可能性は低い。但し、サンコウ・ソーラー・モンゴリア社のように、日本企業がモンゴルで自社工場を建て、モンゴルのニーズに合致した性能の製品を低価格で提供できれば、（日本の技術という意味ではなく）日本企業の技術が採用される可能性は一気に高まる。また、系統が脆弱か、未電化地域で蓄電池を導入する必要のある案件があれば、日本の蓄電池技術が採用される可能性が高い。

8.1.3　地中配管

地中熱利用ヒートポンプを使用して地中熱をくみ上げる場合、通常は高密度ポリエチレン管等の樹脂配管を使用する。この樹脂配管は、熱源水である不凍液の漏洩を防止する観点から、継ぎ目のない1本ものの配管を使用し、現場工事中に溶着をすることを極力回避する手法が使われ

る。このような配管はモンゴルでは製造されておらず、日本もしくは欧州から輸入することになる。

8.1.4　系統連系盤

太陽光発電システムを系統連系して、発電電力を系統へ逆潮流させることはモンゴルではほとんど行われていない。このため、パワーコンディショナーを含めた系統連系盤に関しては、日本等の先進国等からの輸入に頼る必要がある。

8.2　採用が難しいと思われる日本技術

本事業で想定している地中熱を使用したヒートポンプシステム、太陽光発電システムのうち、モンゴルで入手可能なもの、中国やロシアといった隣国から安価に調達可能なものは、日本技術、製品の採用が難しいであろう。以下に日本技術、製品の採用が難しいと思われる技術、製品を列挙する。

- ✓　ポンプ類
- ✓　膨張タンク類
- ✓　鋼管類、弁類
- ✓　ケーブル類

8.3　日本技術の導入促進策

二国間オフセット・クレジット制度で日本技術を導入し、普及させていくには、日本の技術を使用すれば、日本からクレジット購入代金が支払われるという仕組みを構築することである。そのためには、大前提として両国政府間で二国間オフセット・クレジット制度の制度の合意がなければならず、同時にそれがCDMとは異なり、簡易な「使える制度」でなければならない。具体的には、迅速な登録と発行、簡易な方法論等の規則、ぶれない（一貫性のある）判断等を可能とする制度設計が必要である。また、日本製品の輸出入関税の撤廃も望まれる。ホスト国側がポジティブリストを含めて標準化レファレンスを整備して公表することも切望される。さらに、官民による日本からのクレジット需要が存在しなければならない。日本政府が何らかの購入の意思表示と価格シグナルを送ることも必要になってくるであろう。価格は市場が決めることではあるが、価格シグナルが何もなければ、ホスト国はメリットを感じられず、だれも振り向いてはくれない可能性がある。一方、実際に日本技術が使用されたことを確認できる仕組みも必要である。これは排出削減量のモニタリングとは別の次元の問題である。クレジットを購入する側が、抜き打ちで実施案件を検査できること等を制度に盛り込む必要がある。

8.4　法的な問題の整理

二国間オフセット・クレジット制度で日本製品を採用することを義務化すると、競争を阻害するとしてモンゴル国内あるいは国際的に違法状態となる懸念がある。これについて、排出権取引に詳しい日本の大手法律事務所と、モンゴル政府の見解を以下に記す。

日本の大手法律事務所の見解

「別に日本技術を強制しているわけではなく、日本技術を採用すればクレジットが得られるというだけの話であるから、何の問題もない。」

モンゴル政府・鉱物資源エネルギー省の見解

「日本がファイナンスして、日本の技術が導入されることは大歓迎だ。価格等の商業的条件で合意されれば、タイド（日本製品限定）の条件でも問題ない。」

従って、二国間オフセット・クレジット制度で日本技術だけを取り扱うことに法的な問題はないと考えられるが、引き続きこの問題を注視していく必要があると考えている。

第9章　コベネフィットの評価

9.1　コベネフィットとは

環境省「コベネフィット定量評価マニュアル　第1.0版」によれば、コベネフィットとは、「途上国の開発ニーズの充足と地球温暖化対策への貢献という複数のベネフィット」を指す。すなわち、本事業に置き換えれば、温室効果ガスの排出削減以外に、モンゴルの開発ニーズに合致したもう一つのベネフィットがあればコベネフィットがあることになる。

9.2　コベネフィットのニーズ

冬期にモンゴルを訪れた人なら、だれもがその大気汚染のひどさを実感するであろう。モンゴルでは、暖房のために石炭を燃焼しているが、大気汚染対策もなしにストーブで石炭を燃やすことも多い。暖房用の温水ボイラーですらほとんど何も大気汚染対策はとられていない。このため、特に首都ウランバートルでは大気汚染がひどく、世界一大気汚染がひどい首都だと言われるほどである。

モンゴルのエネルギー政策は石炭が中心であるが、同時に環境対策もまた石炭が中心である。石炭による大気汚染対策は、モンゴルの喫緊かつ最も大きな課題となっている。従って、大気汚染物質の排出削減は、モンゴルのニーズに合致するコベネフィットであると言える。

9.3　コベネフィットの評価方法

本事業では、「コベネフィット定量評価マニュアル　第1.0版」の「表1-4　コベネフィット型温暖化対策評価手法」にある「大気質改善」を第二のベネフィットとしてその評価対象分野にする。すなわち、本事業によって、どれだけのコベネフィットの効果があるのかを定量化する。

9.4　コベネフィットの定量化

本事業を実施した場合、建築物からの石炭燃焼に伴う排気ガスが低減される。一方で、ヒートポンプ使用によって、系統の石炭火力発電所からの排気ガスが増加する。この差分（建築物からの石炭燃焼に伴う排気ガス低減分－系統の石炭火力発電所からの排気ガス増加分）が正であれば、コベネフィットがあると言える。本調査では世界銀行の報告書に記載のPM10、PM2.5、SO_2の原単位を使用して、コベネフィットの効果を定量化した。その結果、モンゴルの公共建物すべて（総延床面積130万m^2）で本事業を実施した場合、PM10、PM2.5、SO_2の排出削減量は、それぞれ2,740ton/年、1,679ton/年、1027ton/年となった。ここで、PM10とは大気中に.浮遊する粒子状の物質のうち、粒径が10μm以下のものを指し、PM2.5とは粒径が2.5μm以下のものを指す。

表9.4-1　排出原単位

種別	大気汚染物質種別	排出量	石炭消費量	排出原単位
－	－	ton	ton	kg/ton
石炭ボイラー	PM10	6,480	400,000	16.20
	PM2.5	3,888	400,000	9.72
	SO_2	4,360	400,000	10.90
火力発電所	PM10	6,290	3,360,000	1.87
	PM2.5	2,516	3,360,000	0.75
	SO_2	33,600	3,360,000	10.00

表9.4-2　石炭消費量の計算

種別	熱負荷	ボイラー、ヒートポンプ効率	発電効率	石炭発熱量	延床面積	石炭消費量
－	kWh/m^2year	－	－	kcal/kg	m^2	ton/year
レファレンス	218.9	0.40	－	3,400	1,300,000	179,949
プロジェクト	218.9	2.6	0.30	3,400	1,300,000	93,468

表9.4-3　二酸化炭素排出量計算

種別	熱負荷	ボイラー効率	延床面積	石炭使用量	排出係数	排出量	
－	kWh/m^2year	－	m^2	GJ	tonC/GJ	tonCO_2/year	
レファレンス	218.9	0.40	1,300,000	2,561,591	0.0258	242,327	
種別	熱負荷	ヒートポンプ効率	延床面積	電力使用量	排出係数	排出量	排出削減量
－	kWh/m^2year	－	m^2	MWh	tonCO_2/MWh	tonCO_2/year	tonCO_2/year
プロジェクト	218.9	2.6	1,300,000	109,450	1.15	125,868	116,459

表9.4-4　コベネフィット効果計算

種別	汚染物質	排出原単位	石炭消費量	排出量	
－	－	kg/ton	ton/year	ton/year	
レファレンス	PM10	16.20	179,949	2,915	
	PM2.5	9.72	179,949	1,749	排出削減量
	SO_2	10.90	179,949	1,961	ton/year
プロジェクト	PM10	1.87	93,468	175	2,740
	PM2.5	0.75	93,468	70	1,679
	SO_2	10.00	93,468	935	1,027

第10章　持続可能な開発への貢献

10.1　モンゴルのSD政策

モンゴルにおけるエネルギー供給は火力発電が中心であり、その燃料は自国産の石炭に頼っている。ピーク時にはロシアからの電力輸入を受けているのが現状である。また需要面では、ここ数年の経済成長を受けて、今後のエネルギー事情の悪化も予想されることから、同国南部のゴビ砂漠地帯においてはエネルギー資源開発が進められている。

このような状況の下、同国は2006年に「国家開発戦略」を策定し、持続可能なエネルギー部門の開発のための優先課題として、①統合化されたエネルギーシステムの構築、②効率性の向上および信頼性の確保、③ゴビ砂漠地域への電力供給政策の発展、④大規模河川における水力発電所の建設、⑤地域エネルギー協力の推進及び⑥原子力発電利用の可能性の発掘といった点を挙げている。

2005年には持続可能な社会的経済的発展、貧困削減及び生態系バランスの維持を目的として「国家再生可能エネルギープログラム」を策定している。同プログラムにおいては、再生可能エネルギー比率を2010年までに3～5%、2020年までに20～25%にする目標を掲げている。所管官庁である鉱物資源エネルギー省によれば、2010年までの目標については達成されたとのことである。これは水力発電所2基の新規建設と、補助金制度を活用した遊牧民へのソーラーパネル普及プロジェクトが貢献したとのことであった。

「国家開発戦略」に先立ち、「政府行動計画」も立案されている。同計画では持続的経済成長による貧困の削減を目標に掲げている。同目標達成に向けた施策として、①経済改革と輸出主導の経済政策、②教育と文化の保護・尊重、③所得分配効率化による生活水準の改善と効果的制度による社会福祉の増出、④地域開発構想の実施及び⑤都市と地方の格差是正が謳われている。

④の地域開発構想の一環として、同国の道路運輸建設都市計画省では96か所のソムを選定し、その公共建築物を建て替えるプロジェクトを推進中である。そして、その第1号案件であるエルデネにおいては、鉱物資源エネルギー省が地中熱ヒートポンプを同時に導入する計画となっている。

また、石炭政策との関連であるが、原石を直接輸出するだけではなく、石炭化学産業等を国内に立ち上げ、環境にも配慮する形で資源の付加価値を高めることを目指して①小規模石炭ガス化発電所の建設、②南部の原料炭開発に関わるインフラを含めた複合開発、③石炭液化の奨励、④大規模発電所の建設と電気の輸出を施策として掲げている。

10.2　プロジェクトによるSD効果

「国家再生可能エネルギープログラム」においては地中熱の活用についても視野に入っており、本実現可能性調査において検討を進める地中熱ヒートポンプを活用した建築物の省エネについても、普及が進めば2020年までの長期目標達成に貢献することになると考えられる。

鉱物資源エネルギー省にて再生可能エネルギー政策を担当されているSenior OfficerであるGANBOLD氏に本実現可能性調査の概要を説明した際にも、「地中熱の活用には実現可能だと考

えるし、全国に300か所以上点在しているソムが候補地になる」とのコメントを頂き、その目標達成への貢献に期待する旨賛意が得られている。

同国の冬季最低気温は－40℃を下回ることもあるほど大変厳しい寒さに見舞われ、暖房シーズンは9月中旬から5月中旬までの8カ月という長期に及ぶ。本プロジェクトの実施により、安定的な建築物の暖房が実現すれば、都市部との生活水準格差是正の一助となるであろう。また、上述の道路運輸建設都市計画省のプロジェクトとの相乗効果も見込まれ、各ソムにおける学校と寄宿舎の住環境改善を通じて、教育と文化の保護尊重にも貢献が期待できる。

地方のソムにおいて稼働している石炭ボイラー効率は40～45％と大変低いものとなっている。本プロジェクトが実現すれば、石炭資源の非効率な消費量が削減されることで石炭資源の保全につながり、同国経済開発の持続可能性に貢献することとなる。

本プロジェクト実施にあたっては2008年の行政改革時に100％国有企業として設立された国家再生可能エネルギーセンターが中心的な役割を果たすことになると考えられる。同センターは発足以来、前述の遊牧民へのソーラーパネル普及プロジェクトを含め、地方への再生可能エネルギー普及において中心的な役割を果たしてきた。同センターに地中熱利用ヒートポンプ利用の技術やノウハウが蓄積することで、同国における持続可能な開発に資する技術力の発展への貢献となる。

同センターは2人の博士、9人の修士含め、20名以上のエンジニアを擁している。鉱物資源エネルギー省のエネルギー分野担当部局が10名の組織であることを鑑みれば決して小さな組織とは言えず、本プロジェクトの実施により、同国の再生可能エネルギー分野における人材育成への貢献も期待される。

また、全国的普及を進める場合、300か所以上点在しているソムにおいて維持管理にあたる職員への再生可能エネルギーに関する意識の向上や地中熱利用ヒートポンプに関する技術移転も同時に実施されることになる。そのことを通じて、全国的な広がりを持つキャパシティビルディングの実現が期待される。

第11章　今後の見込みと課題

11.1　当該事業・活動の実施に向けた今後の見込み（事業稼働開始時期の見込み）

本事業は、二国間オフセット・クレジット制度が完成後、すなわち2013年以降で、クレジットの需要状況とその価格、モンゴル側の資金源の確保状況を見ながら、実施の時期を探ることになる。当社としては、事業の費用対効果（提供する資金の額と、入手できるクレジットの価値との対比）があること事業実施の条件となる。一方、再生可能エネルギーセンターとしても、事業の費用対効果（必要なコストと、日本からの資金とモンゴル政府からの資金を合計額の対比）があること事業実施の条件となる。つまり、事業が実施できるかどうかは、クレジットの価値が明らかになり、加えてモンゴル政府がどれだけの予算をつけるかが鍵となる。

11.2　事業化に当たって今後解決すべき課題、その課題を解決・克服するために今後取るべき方策

事業化にあたっての課題と方策は以下の通りである。

11.2.1　制度の確立

事業を実施するためには、国際交渉、MRV、ガバナンスを含め、二国間オフセット・クレジット制度の設計が確立していなければならない。この点に関しては、日本政府による制度の構築を期待したい。

11.2.2　クレジット価格

事業を実施するためには、クレジットが一定の価値と流動性を有し、そのクレジットに対する官民による需要、すなわち民間によるインセンティブと政府によるクレジット調達があらねばならない。この点に関しては、日本政府による制度の構築を期待したい。

11.2.3　モンゴル政府の予算

事業を実施するためにはモンゴル政府による補助金が必要不可欠である。引き続き、再生可能エネルギーセンターと協働して、モンゴル政府に本事業の必要性を訴えていく予定である。

11.2.4　事業の実施者の決定

事業実施に当たって中心的役割を期待されているのは再生可能エネルギーセンターである。しかし、再生可能エネルギーセンターは、意欲はあるものの、その役割を演じるかの意思決定はしていない。引き続き、将来のパートナーシップを目指して再生可能エネルギーセンターと情報を共有していく予定である。

11.2.5　事業実施場所の選定

公共の建築物は全国に300か所以上ある。これらすべての建築物で同時に事業を開始するのは、限られた人的資源の下では事実上不可能である。どのような判断基準で事業実施場所を決めるかが今後の検討課題である。

11.2.6　電力系統の信頼性向上

ヒートポンプを導入し、既存の石炭ボイラーを廃棄した場合、停電時は暖房ができなくなる。一方で、石炭ボイラーを廃棄しないでバックアップとして残すことも考えられないわけではないが、本事業の排出量を増加させるような不正な使われ方がなされる恐れもあり、本事業との両立は難しい。従って、電力系統の信頼性向上は必須である。電力系統の信頼性向上には、時間がかかると思われる。

11.2.7　モニタリング方法論

本調査で提案した簡易なモニタリング（D案）で、どこまで確かなモニタリングができるか実証してみることが望ましい。引き続き、再生可能エネルギーセンターと協働して、その可能性を探っていく予定である。

11.2.8　ボーリングコスト

現在モンゴルでは資源開発ブームが起こっており、ボーリング会社は繁忙を極めている。このため、モンゴル国内のボーリングコストが高騰しており、日本と全く変わらないコストである。開発ブームが落ち着くか、ボーリング会社がもっと増えることが望まれる。そうすれば、事業の費用対効果が高まる。

11.2.9　地中配管埋設方式

通常の地中熱利用ヒートポンプは、地中配管を井戸のように垂直に構築する。しかし、モンゴルではボーリングコストが高い。そこで、浅い深度で水平に地中配管を構築することができれば、手掘りでの施工が可能となり、コストダウンにつながる可能性がある。モンゴルでは土地はいくらでもあるため、水平配管は十分に可能である。この可能性を探るため、水平配管でのヒートポンプシミュレーションの可否の検討、建設コストの把握を再生可能エネルギーセンターとも協力して進めていきたい。

現地調査報告書（新メカ様式）（清水建設　モンゴル　第1回）

調査案件名	モンゴル・地中熱ヒートポンプ等を活用した 建築物省エネ推進に関する新メカニズム実現可能性調査		
調査実施団体	清水建設株式会社	調査回数	第 1 回

1.　現地調査出張者

清水建設：　排出権プロジェクト推進部　主査　竹　歩夢
排出権プロジェクト推進部　主査　山下　純一
技術研究所　地球環境技術センター　建築設備システムグループ長　鈴木　道哉
三井住友銀行：ストラクチャードファイナンス部　マネージャー　Dulmazul Luvsandori
（外注先）

2.　現地調査日程

3.　日程・時間工程別調査内容

日付	時間	面会相手あるいは現地調査場所	内容	宿泊場所
8 月 28 日	―	―	（日本・成田→モンゴル・ウランバートル）	ウランバートル
8 月 29 日	10：00～ 12：00	再生可能エネルギーセンター （OSGONBAATAR 所長、NATSAGBADAM 氏、GYAGAR 氏、ENKHAMGALAN 氏）	外注契約交渉	ウランバートル
	15：00～ 16：00	鉱物資源エネルギー省 （GANBOLD　シニアオフィサー）	エネルギー政策ヒアリング	
8 月 30 日	10：00～ 11：00	エネルギーオーソリティー （BAYARBAATAR 所長）	エネルギー政策ヒアリング	ウランバートル
	14：30～ 15：30	自然環境観光省 （TSENDSUREN 氏（CDM 責任者）、GERELT-OD 氏、KHOROLMAA 氏）	気候変動政策ヒアリング	
8 月 31 日	11：00～ 14：00	再生可能エネルギーセンター （OSGONBAATAR 所長、NATSAGBADAM 氏、GYAGAR 氏、ENKHAMGALAN 氏）	外注契約締結 地質調査段取り	ウランバートル
9 月 1 日	10：00～ 11：00	パイロットプロジェクト視察 Tuv aimag（郡）Zuun mod soum（村） 同行者：再生可能エネルギーセンター （NATSAGBADAM 氏、GYAGAR 氏、ENKHAMGALAN 氏）	設備稼働状況、 施工状況確認	ウランバートル
	12：00～ 14：00	モデルプロジェクト視察 Tuv aimag（郡）Sergelen soum（村） 同行者：再生可能エネルギーセンター （NATSAGBADAM 氏、GYAGAR 氏、ENKHAMGALAN 氏） 面会相手：Sergelen soum 村長、他	地質調査場所決定 モデル建物決定	
9 月 2 日	9：30～ 10：30	日本大使館 （宮下一等書記官、加藤二等書記官）	FS の紹介 援助の状況	ウランバートル
	11：30～ 12：30	JICA（富原企画調査員、南氏）	FS の紹介 援助の状況	
9 月 3 日	―	―	（モンゴル・ウランバートル→日本・成田）	（帰国）

4. 調査結果概要

・ エネルギー政策について

モンゴルのエネルギー政策は石炭が中心であり、建築の省エネやヒートポンプを含めた再生可能エネルギーに関しては、法律を作るなど関心はあるものの、十分に手が回っていない状況。

・ 気候変動政策について

モンゴルはCDMから十分な恩恵を受けたとは認識しておらず、二国間メカニズムを含めた新メカニズムに関しては、関心はあるものの、これからの検討対象という状況。

5. 特筆すべき問題点

特になし。

6. その他の課題

特になし。

モデルプロジェクトサイトの公共建物群
Tuv aimag（郡）Sergelen soum（村）

熱応答試験実施場所
Tuv aimag（郡）Sergelen soum（村）

現地調査報告書（新メカ様式）（清水建設　モンゴル　第2回）

調査案件名	モンゴル・地中熱ヒートポンプ等を活用した 建築物省エネ推進に関する新メカニズム実現可能性調査		
調査実施団体	清水建設株式会社	調査回数	第 2 回

1. 現地調査出張者（外注先などの随伴者がいる場合、そう分かるように記載）：

ユニット1

清水建設：　排出権プロジェクト推進部　主査　竹　歩夢
技術研究所　地球環境技術センター　建築設備システムグループ　中林　沙耶

大成基礎設計：　資源エネルギー事業部　課長　岸　敦康、別府　輝一
（外注先）

ポリテックADD：　環境計画グループ　主任研究員　井手　佳季子
（外注先）

ユニット2

清水建設：　排出権プロジェクト推進部　主査　山下　純一

三井住友銀行：　ストラクチャードファイナンス部　グループ長　中塚　裕己
（外注先）　ストラクチャードファイナンス部　室長代理　チヴァース　陽子

2. 現地調査日程

3. 日程･時間工程別調査内容

ユニット1

日付	時間	面会相手あるいは現地調査場所	内容	宿泊場所
10 月 1 日	－	－	（日本・成田→モンゴル・ウランバートル）	ウランバートル
10 月 2 日	－	（休み）	－	ウランバートル
10 月 3 日 ～5 日	－	セルゲレン村 同上村長 同上ボイラーマン	熱応答試験準備 利害関係者の意見徴収 ボイラー運転状況情報収集	ウランバートル
10 月 6 日 ～11 日	－	セルゲレン村	熱応答試験	ウランバートル
10 月 12 日	10：00～ 12：30	再生可能エネルギーセンター OSGONBAATAR 社長 NATSAGBADAM 氏 GYAGAR 氏 CHULUUNBAATAR 氏 ENKHAMGALAN 氏	熱応答試験の総括 FS の進捗状況報告 モニタリング計画提案 プロジェクト実施スキーム提案	ウランバートル
	13：00～ 15：00	エネルギーオーソリティー ENKHTAIVAN 氏	電力グリッドに関する情報収集	
	16：00～ 16：30	統計局	白書購入	

日付	時間	面会相手あるいは現地調査場所	内容	宿泊場所
10月13日	10：00～ 11：30	サンコーソーラー 清水会長、KHURELBATAR 社長、デルメ営業担当	工場視察 太陽光発電市場に関する意見交換	ウランバートル
	14：30～ 15：40	鉱物資源エネルギー省 PUREVDASH 氏 YEREN-ULZII 氏、他合計 3 名	建築物暖房に関する情報収集	
	16：00～ 17：00	モンゴル大学 AMARBAYAR 博士（サンコーソーラー顧問）	太陽光発電市場に関する意見交換	
10月14日	9：00～	UNDP TSOGT 氏	建築の省エネ基準に関する情報収集	ウランバートル
	16：00～	自然環境観光省 TSENDSUREN 氏 BAT-ULZII 氏、他合計 3 名	二国間メカニズムに関する意見交換	
10月15日	－	－	（モンゴル・ウランバートル→日本・成田）	（帰国）

ユニット2

日付	時間	面会相手あるいは現地調査場所	内容	宿泊場所
10月16日	－	－	（日本・成田 →モンゴル・ウランバートル）	ウランバートル
10月17日	11：00～ 12：00	XUC 銀行	モンゴルの金融制度に関するヒアリング	ウランバートル
	14：00～ 15：00	Trade & Development 銀行	モンゴルの金融制度に関するヒアリング	
	16：00～ 17：00	欧州復興開発銀行	モンゴル向け援助についてのヒアリング	
	17：00～ 18：00	世界銀行	モンゴル向け援助についてのヒアリング	
10月18日	9：00～ 9：40	再生可能エネルギーセンター	国営企業の予算に関するヒアリング	ウランバートル
	10：00～ 11：00	Trade & Development 銀行	モンゴルのエネルギー政策に関するヒアリング	
	13：00～ 13：50	JICA	モンゴルに対する円借款・無償援助の方針に関するヒアリング	
	14：10～ 15：00	GOLOMT 銀行	モンゴルの金融制度に関するヒアリング	
	15：30～ 16：30	モンゴル開発銀行	モンゴルの金融制度に関するヒアリング	
10月19日	10：00～ 11：00	モンゴル銀行	モンゴルの金融政策に関するヒアリング	ウランバートル
	10：00～ 12：30	鉱物資源エネルギー省	モンゴルのエネルギー政策に関するヒアリング	
	13：00～ 14：00	再生可能エネルギーセンター	地中熱利用ヒートポンプランニングコスト等に関するヒアリング	
	15：00～ 16：00	日本大使館	モンゴルとの経済協力に関するヒアリング	
10月20日	9：00～ 10：00	アジア開発銀行	モンゴル向け援助についてのヒアリング	ウランバートル
	10：00～ 12：00	ハーン銀行	モンゴルの金融制度に関するヒアリング	
	13：00～ 16：00	財務省	モンゴルの金融政策に関するヒアリング	
	15：00～ 18：00	道路交通建設都市開発省	モンゴルの公共建築に関するヒアリング	

日付	時間	面会相手あるいは現地調査場所	内容	宿泊場所
10 月 21 日	8：30～ 9：30	鉱物資源エネルギー省	モンゴルのエネルギー政策に関するヒアリング	ウランバートル
	10：00～ 10：30	IFC	モンゴルの金融制度に関するヒアリング	
	11：00～ 11：40	中央送電会社	モンゴルの電力供給システムに関するヒアリング	
	14：00～ 14：30	自然環境観光省	新メカニズムに関する考え方のヒアリング	
10 月 22 日	－	－	（モンゴル・ウランバートル →日本・成田）	（帰国）

4. 調査結果概要

✓ 熱応答試験について：予定通りの試験を完了した。今後、試験結果を解析し、ヒートポンプのシミュレーションに活用していく。

✓ ベースラインのボイラー効率、排出係数について：ボイラー効率は40～45%であることを確認。その他、系統の排出係数や石炭の排出係数についても確認した。

✓ モニタリング計画、プロジェクト実施スキームについて：再生可能エネルギーセンターと自然環境観光省へ提案し、意見を徴収した。モニタリング計画については、おおむね当社の考えと一致、プロジェクトスキームについては結論を出すには至らなかった。

✓ 資金計画について：モンゴルの金融機関、国際援助機関、モンゴル政府機関等にヒアリングし、本件の実施にあたって必要となる資金の調達方法について検討するための情報収集を行った。

5. 特筆すべき問題点

特になし。

6. その他の課題

特になし。

現地調査報告書（新メカ様式）（清水建設　モンゴル　第3回）

調査案件名	モンゴル・地中熱ヒートポンプ等を活用した 建築物省エネ推進に関する新メカニズム実現可能性調査		
調査実施団体	清水建設株式会社	調査回数	第 3 回

1. 現地調査出張者

清水建設：　　排出権プロジェクト推進部　部長　栗田　弘幸、主査　竹　歩夢

2. 現地調査日程

3. 日程・時間工程別調査内容

日付	時間	面会相手あるいは現地調査場所	内容	宿泊場所
10 月 30 日	―	―	（日本・成田→中国・北京）	北京
10 月 31 日	―	―	（中国・北京 →モンゴル・ウランバートル）	ウランバートル
11 月 1 日	10：00～ 11：00	再生可能エネルギーセンター OSGONBAATAR 社長	FS 中間報告 今後の FS の進め方	ウランバートル
	14：00～ 17：00	GEC（主催者） 自然環境観光省 IGES 数理計画	第 1 回ホスト国委員会	ウランバートル
11 月 2 日	9：00～ 17：00	IGES（主催者） 自然環境観光省（主催者） GEC 数理計画 再生可能エネルギーセンター セルゲレン村村長 鉱物資源エネルギー省 エネルギーオーソリティー 他	モンゴルにおける新メカニズム（BOCM）に関するワークショップ	ウランバートル
11 月 3 日	―	―	（モンゴル・ウランバートル →中国・北京）	北京
11 月 4 日	―	―	（中国・北京→日本・成田）	―

4. 調査結果概要

- ✓ 再生可能エネルギーセンターと打ち合わせを行い、熱応答試験解析結果、ヒートポンプシミュレーション結果等について報告。今後のFSの進め方について協議した。
- ✓ 第1回ホスト国委員会にて、FSの紹介を行い、参加者と意見を交換した。
- ✓ モンゴルにおける新メカニズム（BOCM）に関するワークショップにて、FSの紹介を行い、参加者と意見を交換した。

5. 特筆すべき問題点

特になし。

6. その他の課題

特になし。

現地調査報告書（新メカ様式）（清水建設　モンゴル　第4回）

調査案件名	モンゴル・地中熱ヒートポンプ等を活用した 建築物省エネ推進に関する新メカニズム実現可能性調査		
調査実施団体	清水建設株式会社	調査回数	第 4 回

1. 現地調査出張者

清水建設：　排出権プロジェクト推進部　主査　竹　歩夢
排出権プロジェクト推進部　主査　山下　純一

2. 現地調査日程

3. 日程・時間工程別調査内容

日付	時間	面会相手あるいは現地調査場所	内容	宿泊場所
2 月 6 日	―	―	（日本・成田 →モンゴル・ウランバートル）	ウランバートル
2 月 7 日	10：00～ 15：00	再生可能エネルギーセンター	FS の結果報告	ウランバートル
2 月 8 日	10：00～ 12：00	鉱物資源エネルギー省	FS の結果報告	ウランバートル
	14：00～ 16：00	エネルギーオーソリティー	FS の結果報告	
2 月 9 日	10：00～ 15：00	再生可能エネルギーセンター	FS の結果についての意見交換、 質疑応答 今後の事業の進め方	ウランバートル
2 月 10 日	―	―	（モンゴル・ウランバートル→日本・成田）	―

4. 調査結果概要

✓ 再生可能エネルギーセンター、鉱物資源エネルギー省、エネルギーオーソリティーと打ち合わせを行い、FSの結果について報告。今後の事業の進め方について協議した。

✓ 自然環境観光省に関しては、1月23日開催のホスト国委員会でFSの結果を報告済みのため、訪問はしていない。

5. 特筆すべき問題点

特になし。

6. その他の課題

特になし。

参考文献一覧表

序章

○ IGESによるキャパビル事業

http://www.iges.or.jp/jp/news/press/11_04_21.html

第1章

○ 地理

「モンゴル国政府公認 観光・ビジネス情報センター　Webサイト」、モンゴル国政府公認観光・ビジネス情報センター、2009年、http://www.mongoljoho.com/mongolia.html

○ 人口、産業等

「外務省　各国・地域情勢　モンゴル国」、日本国政府外務省、
http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/mongolia/index.html
「Mongolian Statistical Yearbook 2010」、National Statistical Office of Mongolia、2011年

○ 外交

「外務省　各国・地域情勢　モンゴル国」、日本国政府外務省、
http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/mongolia/index.html

○ 経済関係

「外務省　各国・地域情勢　モンゴル国」、日本国政府外務省、
http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/mongolia/index.html

○ 経済協力

「外務省　各国・地域情勢　モンゴル国」、日本国政府外務省、
http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/mongolia/index.html

○ 気候帯

「Geographic Atlas of Mongolia」、Administration of Land Affairs、Geodesy and Cartography、2004年

○ 気温

「Climate-zone.com　WEBサイト」、climate-zone.com、
http://www.climate-zone.com/climate/mongolia/

○　日照

「NASA Surface meteorology and Solar Energy　WEBサイト」、The Atmospheric Science Data Center (ASDC) at NASA Langley Research Center、
http://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?uid=3030

○　中央政府の構成

「モンゴル国政府　Webサイト」、モンゴル国政府、
http://www.pmis.gov.mn/pmis_eng/index.php

○　地方行政組織

「Wikipedia モンゴル国」、ウィキメディア財団、
http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%A2%E3%83%B3%E3%82%B4%E3%83%AB%E5%9B%BD
「Mongolian Statistical Yearbook 2010」、National Statistical Office of Mongolia、2011年

○　エネルギー政策を担う機関

「外務省　各国・地域情勢　モンゴル国」、日本国政府外務省、
http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/mongolia/index.html

○　エネルギー政策概況

「太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画準備調査報告書」、独立行政法人国際協力機構、日本工営株式会社、2010年6月

○　再生可能エネルギープログラムと再生可能エネルギー法

「National Renewable Energy Program /2005-2020/」、モンゴル国自然環境観光省（当時自然環境省）、2005年
「NREC WEBサイト」、再生可能エネルギーセンター、
http://www.nrec.mn/data/uploads/law.pdf

○　再生可能エネルギーセンター

「NREC WEBサイト」、再生可能エネルギーセンター、http://www.nrec.mn/en/index.php

○　石炭需給及び輸出入の状況

「モンゴルの石炭事情　JCOAL Journal 2007.12」、財団法人 石炭エネルギーセンター、2007年12月
「海外諸国の電気事業　第2編　モンゴル国」、（社）海外電力調査会、2005年

○　石炭価格

「Mongolian Statistical Yearbook 2010」、National Statistical Office of Mongolia、2011年

○　石油生産及び輸出入状況

「海外諸国の電気事業　第2編　モンゴル国」、（社）海外電力調査会、2005年
「モンゴルの産業及び交通の発展動向　ERINA Report 99」、公益財団法人環日本海経済研究所、2011年l Office of Mongolia、2011年
「Mongolian Statistical Yearbook 2010」、National Statistical Office of Mongolia、2011年

○　石油価格

「Mongolia Quarterly Economic Update」The World Bank、2011年8月、http://siteresources.worldbank.org/INTMONGOLIA/Resources/327609-1195057926531/Mongolia_Quarterly_Aug2011.pdf
「Mongolian Statistical Yearbook 2010」、National Statistical Office of Mongolia、2011年

○　ガス

「The Millennium Development Goals Implementation, Third National Report」、National Development and Innovation Committee 、2009 年 、http://www.undp.mn/publications/mdg3.pdf

○　各燃料の排出係数

「 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2, Energy,Table 1.4 Default Co2 Emission Factors For Combustion」、IPCC、2006年、http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_1_Ch1_Introduction.pdf

○　電力供給体制・送配電網

「電気系統プログラム」、モンゴル国政府、2007年1月30日政令第10号
「Mongolian Integrated Power System」、Energy Authority、2009年

○　電力消費

「Mongolian Statistical Yearbook 2010」、National Statistical Office of Mongolia、2011年

「energypedia.info Mongolia Country Situation 」、energypedia、https://energypedia.info/index.php/Mongolia_Country_Situation

「電気系統プログラム」、モンゴル国政府、2007年1月30日政令第10号
「Mongolian Integrated Power System」、Energy Authority、2009年

○　火力発電

「電気系統プログラム」、モンゴル国政府、2007年1月30日政令第10号
「Mongolian Integrated Power System」、Energy Authority、2009年

○　水力発電

「モンゴルにおける最近のエネルギー事情　NEDO海外レポート No.980」、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、2006年、http://www.nedo.go.jp/content/100106765.pdf
「海外諸国の電気事業　第2編　モンゴル国」、（社）海外電力調査会、2005年

○　風力・太陽光発電

「モンゴルにおける最近のエネルギー事情　NEDO海外レポート ＮＯ.980」、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、2006年、http://www.nedo.go.jp/content/100106765.pdf
「海外諸国の電気事業　第2編　モンゴル国」、（社）海外電力調査会、2005年
「NREC WEBサイト」、再生可能エネルギーセンター、「NREC WEBサイト」、再生可能エネルギーセンター、http://www.nrec.mn/en/index.php

○　停電の状況

「平成21年度　第4号　モンゴルの投資環境調査　2009年　戦略的鉱物資源確保事業報告書」（独立行政法人　石油天然ガス・金属鉱物資源機構、平成22年11月）
「モンゴルの電力事情」（環日本海経済研究所）、
http://www.erina.or.jp/jp/Appear/opinion/2009/Russia/honma.htm

○　電力価格

「Mongolian Statistical Yearbook 2010」、National Statistical Office of Mongolia、2011年

○　電力排出係数

「モンゴル国CDM事務局　Webサイト」、2011年12月現在、
http://cdm-mongolia.com/index.php?option=com_content&view=article&id=75&Itemid=105&lang=en

○　熱供給の普及状況とシステム

「Mongolian Statistical Yearbook 2010」、National Statistical Office of Mongolia、2011年

○　熱供給用ボイラーの状況

「Mongolia, Rehabilitation of Heating Only Boilers, A Technical Study Report 1, Draft Final Report」、Mendbayar Badarch他、2006年、
http://www.adb.org/Clean-Energy/documents/MON-TS-Boiler-Rehabilitation.pdf

○　暖房の価格

「Mongolian Statistical Yearbook 2010」、National Statistical Office of Mongolia、2011年

○　気候変動政策を担う機関

「モンゴル　クリーン開発メカニズム情報」、IGES（セミナー資料）、2011年

○　気候変動枠組条約及び京都議定書の批准状況

「IGES　国別CDMハンドブック」財団法人地球環境戦略研究機関、2011年、
http://www.iges.or.jp/jp/cdm/report_country.html

○　ポスト京都の政策

「IGES New Market Mechanism and MRV Workshop 資料　ENVIRONMENTAL AND CLIMATE CHANGE GOVERNANCE AND LOW CARBON POLICY IN MONGOLIA」、Damdin Dagvadorj, PhD、2011年

○　ポスト京都に対するスタンス

「新メカニズム（二国間オフセット・クレジットメカニズム：BOCM）に関するワークショップ資料　Towards the establishment of Market Mechanisms in Mongolia」、Tsendsuren Batsuuri、2011年

○　中長期目標

「IGES New Market Mechanism and MRV Workshop 資料　ENVIRONMENTAL AND CLIMATE CHANGE GOVERNANCE AND LOW CARBON POLICY IN MONGOLIA」、Damdin Dagvadorj, PhD、2011年

○　インベントリ作成及び国別報告書の公表状況

「The 7th Workshop on GHG Inventories in Asia (WGIA7) 7-10 July 2009, Seoul, Republic of Korea資料 Review of GHG Inventory Preparation in Mongolia」 Dr.

DORJPUREV JARGAL, EEC Mongolia、2009年、
http://www-gio.nies.go.jp/wgia/wg7/pdf/4.2.5.%20Dorjpurev%20Jargal.pdf

○ 第2回国別報告書の内容

「Mongolia Second National Communication」、モンゴル国自然環境観光省、2010年、
http://unfccc.int/resource/docs/natc/mongnc2.pdf)
「IGES New Market Mechanism and MRV Workshop 資料　GHG Inventory and emission projection from energy sector of Mongolia up to 2030」、Dr. DORJPUREV JARGAL、2011年

○ CDM承認基準

「IGES　国別CDMハンドブック」財団法人地球環境戦略研究機関、2011年、
http://www.iges.or.jp/jp/cdm/report_country.html

○ CDMプロジェクト

「モンゴル国CDM事務局　Webサイト」、モンゴル国CDM事務局、2011年11月時点、
http://cdm-mongolia.com/index.php?option=com_content&view=article&id=27&Itemid=40&lang=en

○ UNFCCCへのNAMA登録状況

「UNFCCC WEBサイトCopenhagen Accord」、UNFCCC、
http://unfccc.int/meetings/copenhagen_dec_2009/items/5262.php

○ モンゴルNAMA

「Copenhagen Accord APPENDIX II Mongolia: Nationally appropriate mitigation actions of developing country Parties」2011年、モンゴル国自然環境観光省、
http://unfccc.int/files/meetings/cop_15/copenhagen_accord/application/pdf/mongoliacphaccord_app2.pdf

○ 新メカニズム及び二国間メカニズムに対する方針

「新メカニズム（二国間オフセット・クレジットメカニズム：BOCM）に関するワークショップ資料　Towards the establishment of Market Mechanisms in Mongolia」、Tsendsuren Batsuuri、2011年

○ 環境政策概況

「The Millennium Development Goals Implementation, Third National Report」、Mongolian National Development and Innovation Committee、2009年

「Institutional Structures for Environmental Management in Mongolia Strengthening Environmental Governance fn Mongolia (UNDP Project: MON/07/104)、UNDP、2007年、
http://www.undp.mn/publications/Env_Gov_%20Final_Report.pdf
「環境省報道発表資料　平成23年9月20日」、環境省、2011年、
http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=14221

○ ウランバートル市中心市街地における大気汚染の状況と対策

「The Millennium Development Goals Implementation, Third National Report」、Mongolian National Development and Innovation Committee、2009年

○ モンゴル国における環境影響評価制度

「モンゴル国環境影響評価法 The Mongolian Law On Environmental Impact Assessments」、モンゴル国自然環境観光省、1998年

○ 建築政策を担う機関

「モンゴル国政府　Web サイト」、モンゴル国政府、
http://www.pmis.gov.mn/pmis_eng/index.php

○ 建築の状況

「"GREEN (energy efficient) BUILDING" website」、UNDP、道路運輸建設都市計画省、2011年12月現在、http://www.beep.mn/?q=en

○ 建築の省エネルギー政策

「Energy Efficiency in New Construction in the Residential and Commercial Buildings Sector in Mongolia」、United Nations Development Programme、2009年

○ 建築の省エネルギー基準

「 BUILDING NORMS AND REGULATIONS OF MONGOLIA, THERMAL PERFORMANCE OF BUILDINGS」（英語への仮訳）、道路運輸建設都市計画省、2009年

第2章

○ LOAD2000に関する情報

http://www.shimz.co.jp/tw/tech_sheet/rn0145/rn0145.html

○ グランドクラブに関する情報

www.zeneral.co.jp/resarch_release/P-16.pdf
グランドクラブ取扱説明書

○　熱応答試験方法

「地中熱ヒートポンプシステム」北海道大学地中熱利用システム工学講座　オーム社　2007年

○　太陽光発電の容量計算方法

「太陽光発電導入ガイドブック」＜本編＞および＜資料編＞　NEDO　2000年改訂版

第3章

○　II.E　建物でのエネルギー効率改善・燃料転換手法

「Indicative simplified baseline and monitoring methodologies for selected small-scale CDM project activity categories TYPE II - ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT PROJECTS II.E. Energy efficiency and fuel switching measures for buildings ver.10」、unfccc、2007年、http://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/CDMWF_AM_LAVBAV8STPGYPWVKGQJLBCNEC8APNP

○　I.A　利用者による発電

「Indicative simplified baseline and monitoring methodologies for selected small-scale CDM project activity categories TYPE I - RENEWABLE ENERGY PROJECTS I.A Electricity generation by the user ver.14」、unfccc、2010年、http://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/ARX0JK3B48L2Z9M5VNP67QTUDOEC1Y

○　III.B　化石燃料の転換

「Indicative simplified baseline and monitoring methodologies for selected small-scale CDM project activity categories TYPE III - OTHER PROJECT ACTIVITIES III.B. Switching fossil fuels ver.15」、unfccc、2011年、http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/J14AE2168Y06PHDYFG8E8O2CX2IC6A

○　追加性証明の方法

「Attachment A to Appendix B of the simplified modalities and procedures for small-scale CDM project activities」、unfccc、2005年、http://cdm.unfccc.int/methodologies/SSCmethodologies/AppB_SSC_AttachmentA.pdf

○　国内クレジット方法論　002ヒートポンプの導入

「002ヒートポンプの導入」、国内クレジット認証委員会、2008年、http://jcdm.jp/process/data/methodology.pdf

○　国内クレジット方法論　002ヒートポンプの導入による熱源設備の更新

「002ヒートポンプの導入による熱源機器の更新」、国内クレジット認証委員会、2011年、http://jcdm.jp/process/data/002_v10.pdf

○　JVER方法論　E019ヒートポンプの導入

「方法論No.E019ヒートポンプの導入Ver.2.0」、気候変動対策認証センター、2011年、http://www.4cj.org/document/jver/meth_e019.pdf

○　冷媒漏洩率

「産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止対策　小委員会資料　資料1-1冷凍空調機器に関する使用時排出係数等の見直しについて」、経済産業省製造産業局、2009年、http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g90317a02j.pdf

「産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止対策　小委員会資料　資料1-2我が国固有の使用時排出係数に関する調査（サンプル調査の詳細）」、経済産業省製造産業局、2009年、

http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g90317a03j.pdf

「産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止対策　小委員会資料　資料1-3 1995年～2007年におけるHFC等の推計排出量（京都議定書対象ガスのみの集計）（新方式による集計）」、経済産業省製造産業局、2009年、

http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g90317a04j.pdf

○　CDMプロジェクト　Ref.No.2767：家畜廃液管理システムメタン回収プロジェクト

「Methane capture and combustion from Animal Waste Management System (AWMS) of the 3S Program farms of the Instituto Sadia de Sustentabilidade.Version 02 Date: 01 October 2008」、unfccc、2008年、

http://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/W7V65FHBT3QP4R9MEUAIKYGDX1NOZS

○　CDMプロジェクト　Ref.No.3223：CFL照明スキーム

「CFL lighting scheme – “Bachat Lamp Yojana” Version Number: 09 Date: 09/12/2009」、unfccc、2009年、

http://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/3YRIKTWL4PDJ586HXM9OQFZ27CSBGE

○　CDMプロジェクト　Ref.No.2956：都市廃棄物コンポスト

「Uganda Municipal Waste Compost Programme.Version 1.6 Date ： 2009-06-24」、unfccc、2006年、

http://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/K86ZSP735QI1CFLDXVA2JOHUGE09YB

○ 冷媒漏洩率

「産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止対策　小委員会資料　資料1-1冷凍空調機器に関する使用時排出係数等の見直しについて」、経済産業省製造産業局、2009年、http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g90317a02j.pdf
「産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止対策　小委員会資料　資料1-2我が国固有の使用時排出係数に関する調査（サンプル調査の詳細）」、経済産業省製造産業局、2009年、http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g90317a03j.pdf
「産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止対策　小委員会資料　資料1-3 1995年～2007年におけるHFC等の推計排出量（京都議定書対象ガスのみの集計）（新方式による集計）」、経済産業省製造産業局、2009年、
http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g90317a04j.pdf

○ 気候変動枠組条約に係るMRV

「MURC政策研究レポート　気候変動抑制に向けたMRV（測定・報告・検証）の国際枠組み構築に関する現状と課題～（1）MRVに関する議論の概要と展望」、三菱UFJリサーチ&コンサルティング、2011年、
http://www.murc.jp/sys_image/seiken_report/upload/1105261015_8696.pdf

○ バリ行動計画本文

「Report of the Conference of the Parties on its thirteenth session, held in Bali from 3 to 15 December 2007 Addendum Part Two: Action taken by the Conference of the Parties at its fifteenth session Decision 2/CP.15」、unfccc、2008年、
http://unfccc.int/resource/docs/2007/cop13/eng/06a01.pdf#page=3

○ コペンハーゲン合意本文

「Report of the Conference of the Parties on its fifteenth session, held in Copenhagen from 7 to 19 December 2009 Addendum Part Two: Action taken by the Conference of the Parties at its fifteenth session Decision 2/CP.15」、unfccc、2010年、
http://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/eng/11a01.pdf#page=4

○ カンクン合意

「MURC政策研究レポート　気候変動抑制に向けたMRV（測定・報告・検証）の国際枠組み構築に関する現状と課題～（1）MRVに関する議論の概要と展望」、三菱UFJリサーチ&コンサルティング、2011年、
http://www.murc.jp/sys_image/seiken_report/upload/1105261015_8696.pdf

○ UNFCCC作成のMRVガイドラインの検討情報

「パナマシティー気候変動会議サマリー　2011年10月1日 - 10月7日」、財団法人 地球産業文化研究所、2011年、http://www.gispri.or.jp/kankyo/unfccc/pdf/enb12521-j.pdf
「ダーバン国連気候変動会議　2011年11月28日-12月9日　日報」、財団法人 地球産業文化研究所、2011年、http://www.gispri.or.jp/kankyo/unfccc/copinfo.html
「COP17ルポ　新枠組みへ二転三転、京都議定書延長へ」、日本経済新聞編集委員　滝順一、2011年、
http://www.nikkei.com/tech/ecology/article/g=96958A90889DE1E5E3EBEAE2E2E2E3E3E3E0E0E2E3E3E2E2E2E2E2E2;df=3;p=9694E2E4E2E7E0E2E3E2E3E7E5E7

○ 国別報告書及び温室効果ガスインベントリ報告書等におけるMRV及び作成体制

「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」、温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）編　環境省地球環境局総務課低炭素社会推進室 監修、2011年、
http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/2011/NIR-JPN-2011-v3.0J.pdf

○ CDM/JIにおけるMRV

「CDM/JI事業調査 事業実施マニュアル2010」、公益財団法人地球環境センター、2010年、
http://gec.jp/gec/jp/Activities/cdm/cdmjimanual2010j.pdf

○ ISO14064、ISO14065におけるMRV

「環境省平成22年度「企業・組織が行う温室効果ガス排出量の算定と検証に関する自治体等向け説明会資料　温室効果ガス排出量の算定と検証について（ISO14064, 14065関連）」、環境省地球環境局地球温暖化対策課市場メカニズム室、平成23年、
http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg-verification/brief_info/mat_2010.pdf

○ その他自主的炭素基準のMRV

「カーボン・オフセットのあり方に関する検討会（第3回）議事次第・資料2　VER（Verified Emission Reduction）認証機関・方法の概要」、環境省、平成19年10月、
http://www.env.go.jp/earth/ondanka/mechanism/carbon_offset/conf/03/mat02.pdf

○ The Gold Standardの認証プロセス等

「The Gold Standard WEB サイト」、2011年11月時点、
http://www.cdmgoldstandard.org/

○ J-VERプロジェクトに計画・認証・発行プロセス

「オフセット・クレジット（J-VER）制度実施規則　ver.3.3」環境省、平成23年、
http://www.4cj.org/document/jver/rule.pdf

○ **JVETSの手続き概要**

「環境省自主参加型国内排出量取引制度（JVETS）概要」、環境省市場メカニズム室、2010年、http://www.jvets.jp/jvets/files/jvets_outline_2010.pdf

○ **ISO14064-2におけるMRV要件**

「環境省平成22年度「企業・組織が行う温室効果ガス排出量の算定と検証に関する自治体等向け説明会資料　温室効果ガス排出量の算定と検証について（ISO14064, 14065関連）」、環境省地球環境局地球温暖化対策課市場メカニズム室、平成23年、http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg-verification/brief_info/mat_2010.pdf

「ISO14064-2 Greenhouse gases-Part2 Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements」、ISO、2006年

○ **J-MRVガイドラインの構成**

「国際協力銀行の地球環境保全業務における温室効果ガス排出削減量の測定・報告・検証に係るガイドライン（J-MRVガイドライン）」、株式会社日本政策金融公庫・国際協力銀行、2011年、http://www.jbic.go.jp/ja/about/environment/j-mrv/pdf/jmrv-guideline.pdf

○ **J-MRV手続きのイメージ**

「JBIC地球環境保全業務（GREEN）におけるJ-MRVガイドライン個別方法論説明会資料、J-MRVの基本概念とポスト京都における新しいクレジットの可能性」、松橋隆治、2010年8月30日、http://www.jbic.go.jp/ja/about/topics/2010/0930-03/100830_jmrv_matsuhash2.pdf

「国際協力銀行の地球環境保全業務における温室効果ガス排出削減量の測定・報告・検証に係るガイドライン（J-MRVガイドライン）制定について」、株式会社日本政策金融公庫・国際協力銀行、2011年、http://www.jbic.go.jp/ja/about/news/2010/0626-01/index.html

「国際協力銀行の地球環境保全業務における温室効果ガス排出削減量の測定・報告・検証に係るガイドライン（J-MRVガイドライン）」、株式会社日本政策金融公庫・国際協力銀行、2011年、http://www.jbic.go.jp/ja/about/environment/j-mrv/pdf/jmrv-guideline.pdf

○ **J-MRVにおける個別方法論の記載項目**

「国際協力銀行の地球環境保全業務における温室効果ガス排出削減量の測定・報告・検証に係るガイドライン（J-MRVガイドライン）」、株式会社日本政策金融公庫・国際協力銀行、2011年、http://www.jbic.go.jp/ja/about/environment/j-mrv/pdf/jmrv-guideline.pdf

○ J-MRVにおけるアドバイザリー・コミッティの設置

「国際協力銀行の地球環境保全業務における温室効果ガス排出削減量の測定・報告・検証に係るガイドライン（J-MRVガイドライン）」、株式会社日本政策金融公庫・国際協力銀行、2011年、
http://www.jbic.go.jp/ja/about/environment/j-mrv/pdf/jmrv-guideline.pdf

○ ISO14064-2におけるMRV要件

「ISO14064-2 Greenhouse gases-Part2 Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements」、ISO、2006年

○ モンゴル国のCDM承認手続きにおける適格性条件及び判断基準

「IGES　国別CDMハンドブック」、IGES、2011年、
http://enviroscope.iges.or.jp/modules/envirolib/upload/985/attach/kunibetsu.pdf

第4章

○ 石炭発熱量

平成22年度成果報告書　海外炭開発高度化等調査「モンゴルの石炭開発状況とアジア太平洋市場への輸出ポテンシャル及びその影響調査」NEDO

○ 石炭排出係数

「Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories」

○ 電力排出係数

自然環境観光省
http://www.cdm-mongolia.com/index.php?option=com_content&view=article&id=75&Itemid=105&lang=en

○ 石炭価格、買電単価

「Statistics on Energy sector」Energy Regulatory Authority 2010

○ 売電単価

「Renewable Energy Law」

第5章

○ R134a、R407C、R410Aの地球温暖化係数

フロン回収推進産業協議会
www.infrep.jp/GWP.pdf

第7章

○ 対モンゴル援助政策

外務省国別・地域別政策情報／東アジア地域　モンゴル
http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/region/e_asia/mongolia/index.html

○ 円借款供与条件

独立行政法人国際協力機構
http://www.jica.go.jp/activities/schemes/finance_co/index.html

○ アジア開発銀行の融資戦略

「Strategy 2020, The Long-Term Strategic Framework of the Asian Development Bank, 2008–2020」
「Mongolia: Country Operations Business Plan (2009-2012)」
http://beta.adb.org/countries/mongolia/main

第9章

○ コベネフィット定量化手法

「コベネフィット定量評価マニュアル　第1.0版」環境省　2009年6月
http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=11242

○ 排出原単位

「Discussion Papers, Mongolia, Air Pollution in Ulaanbaatar Initial Assessment of Current Situation and Effects of Abatement Measures December 2009」世界銀行
http://siteresources.worldbank.org/INTMONGOLIA/Resources/Air_pollution_final_report.pdf

図、表、写真類一覧表

（図）

図1.1.1-1　モンゴルの地理の概況 9
図1.1.3-1　モンゴルの気候区分 12
図1.1.4-1　アイマグの区分とアイマグセンターの名称 16
図1.2.1-1　再生可能エネルギーセンターによる事業実施例 22
図1.2.2-1　石炭の生産・消費・輸出のバランス 24
図1.2.2-2　アジア諸国のガソリン・ディーゼル油価格の比較 27
図1.2.3-1　電力生産及び消費の状況 32
図1.2.3-2　モンゴルの系統、発電所、ソムセンターの状況 35
図1.2.3-3　移動型テント（ゲル）で 利用可能な携帯型太陽光発電 システム 39
図1.3.1-1　モンゴルの気候変動政策に関わる組織 48
図1.3.4-1　第2回GHG総排出量（緑色）及びネット排出量（灰色）の推移 52
図1.3.4-2　GHGの発生源（1） 52
図1.3.4-3　GHG排出量の予測（1） 53
図1.3.4-4　GHG排出量の予測（2） 53
図1.3.4-5　GHGの発生源（2） 53
図1.3.5-1　モンゴルの持続可能な開発における開発基準 54
図1.3.5-2　モンゴルのCDMプロジェクト承認手続き 55
図2.3.1-1　現状の暖房システム系統図（概念図） 74
図2.3.1-2　現状の石炭ボイラー廻りシステム系統図（セルゲレン村の事例） 75
図2.3.1-3　オプション1のシステム系統図（概念図） 75
図2.3.2-1　オプション2のシステム系統図（概念図） 75
図2.4.2-1　パイロットプロジェクトのシステム系統図
（ゾンモドアイマグにある幼稚園の事例） 76
図2.5.2-1　モデルプロジェクトの計画フロー 81
図2.5.8-1　配管系統図 86
図2.5.8-2　井戸、太陽光発電設備配置図、井戸断面詳細図 87
図2.5.8-3　1階配管平面図 88
図2.5.8-4　太陽光発電設備立面図、太陽光発電設備断面詳細図 89
図2.5.8-5　2階建築平面図 90
図2.5.8-6　建築断面図 91
図3.1.2-1　オプション1　A案でのモニタリング計画 98
図3.1.2-2　オプション1　C案でのモニタリング計画 98
図3.1.2-3　オプション1　D案でのモニタリング計画 99
図3.1.2-4　オプション2　A案でのモニタリング計画 99
図3.1.2-5　オプション2　C案でのモニタリング計画 99
図3.1.2-6　オプション2　D案でのモニタリング計画 99

図3.2.1-1　日本における温室効果ガスインベントリ報告書（NIR）の作成体制.....116
図3.2.1-2　ISO14064、ISO14065、ISO14066の関係性.....118
図3.2.1-3　GS認証のMRVプロセスの概念図.....119
図3.2.1-4　J-VERプロジェクトの計画・認証・発行プロセス.....120
図3.2.1-5　JVETSのGHG排出量算定フローと検証機関等の関係性.....121
図3.2.2-1　GREENに適用されるJ-MRVのイメージ.....124
図3.2.2-2　J-MRV手続きのイメージ.....125
図3.2.3-1　CDM型のMRV制度枠組み案.....131
図3.2.3-2　JI型のMRV制度枠組み案.....132
図3.2.3-3　二国間オフセット・クレジット制度のMRV制度で
想定される方法論等の承認プロセスイメージ.....135
図7.1.4-1　円借款案件の流れ.....151
図7.1.4-2　JICA円借款を活用した省エネ建築物案件のスキーム.....152
図7.1.4-3　手続きの流れ.....156
図7.1.4-4　ADB円融資・補助金を活用した省エネ建築物案件のスキーム図.....158
図7.2.3-1　モンゴル政府負担金（縦軸：百万US$）と
クレジット単価（横軸：US$/ton$CO_2$）の関係（オプション1）.....162
図7.2.3-2　モンゴル政府負担金（縦軸：百万US$）と
クレジット単価（横軸：US$/ton$CO_2$）の関係（オプション2）.....162

（表）

表1.1.1-1　モンゴルの人口・産業等の概況.....10
表1.1.2-1　主な二国間関係.....10
表1.1.2-2　2010年の貿易関係.....11
表1.1.3-1　モンゴルの気候区分と代表的な都市.....12
表1.1.3-2　モンゴルの気候区分ごとの代表的都市の気象.....13
表1.1.3-3　モンゴルの気候区分と日照量.....14
表1.1.4-1　モンゴル中央政府機関.....15
表1.1.4-2　主なアイマグ別のソム数・人口等の情報.....17
表1.2.1-1　国家再生可能エネルギープログラム2005-2020の概要.....19
表1.2.1-2　再生可能エネルギー法の概要.....20
表1.2.2-1　石炭の生産・消費・輸出のバランス（単位：千ton）.....24
表1.2.2-2　石炭の卸売価格（炭鉱別、2010年）.....25
表1.2.2-3　石炭の卸売価格の経年変化（単位：Tg/ton）.....25
表1.2.2-4　原油生産量.....26
表1.2.2-5　石油製品輸入量.....26
表1.2.2-6　ガソリンとディーゼル油の小売価格（単位：Tg/リットル）.....27
表1.2.2-7　ガソリンの価格の経年変化.....27

表1.2.2-8　ディーゼル油の価格の経年変化（ウランバートル市内）.....28
表1.2.2-9　薪の価格の経年変化（ウランバートル市内）.....28
表1.2.2-10　液化石油ガスの小売価格（2011年11月1日現在）（単位：Tg/kg）.....28
表1.2.2-11　地中熱利用ヒートポンプの実施済プロジェクト.....29
表1.2.2-12　各種燃料のGHG排出係数.....29
表1.2.3-1　送電線・配電線の整備状況（2010年）（単位：km）.....31
表1.2.3-2　送配電時の電力ロス.....31
表1.2.3-3　電力生産及び消費状況（単位：百万kWh）.....32
表1.2.3-4　発電施設と電力供給の状況.....33
表1.2.3-5　発電施設等の稼動・計画状況.....34
表1.2.3-6　火力発電施設の稼動・計画状況.....36
表1.2.3-7　水力発電施設の設置状況.....37
表1.2.3-8　風力発電所の設置状況.....37
表1.2.3-9　太陽光発電所の設置状況.....38
表1.2.3-10　風力・太陽光等の複合発電所の設置状況.....39
表1.2.3-11　系統接続されていないソムセンターの電力供給状況.....40
表1.2.3-12　モンゴルのアイマグ別電気料金（Tg/kWh）.....41
表1.2.3-13　中央系統の電気料金体系（2010年1月15日決定：Tg/kWh）.....42
表1.2.3-14　発電によるGHG排出係数.....43
表1.2.4-1　モンゴルの熱供給（地域暖房）の状況（単位：千G cal）.....43
表1.2.4-2　モンゴル国内の熱供給用ボイラー等.....44
表1.2.4-3　モンゴルの熱供給料金体系.....45
表1.2.4-4　アイマグセンターにおける暖房料金（Tg/m2）.....47
表1.3.2-1　モンゴルの気候変動枠組条約及び京都議定書の批准状況.....49
表1.3.3-1　「気候変動国家行動プログラム（NAPCC）」における戦略目標.....50
表1.3.3-2　「モンゴル気候変動国家プログラム（NAPCC）」におけるフェーズ区分.....50
表1.3.4-1　第2回国別報告書におけるGHG排出量の算出方法.....51
表1.3.4-2　第2回国別報告書の目次.....51
表1.3.5-1　LOA発行済みプロジェクト.....56
表1.3.5-2　LOE発行済みプロジェクト.....56
表1.3.5-3　LOE発効前でPIN作成済みのプロジェクト.....57
表1.3.5-4　その他の検討段階のプロジェクト.....57
表1.3.6-1　モンゴルのNAMAの構成.....58
表1.4.2-1　モンゴルの主な環境関連法.....60
表1.4.2-2　第6回日本・モンゴル環境政策対話における主な議論.....61
表1.4.3-1　ウランバートル市内の大気モニタリングポイント.....61
表1.4.3-2　ウランバートル市の発電所で消費される石炭量及び
大気中に放出される汚染物質量（単位ton/年）.....62

表1.4.4-1　環境影響評価法におけるスクリーニング対象事業一覧 63
表1.5.3-1　モンゴルにおける建築の省エネルギーに係る法規 67
表1.5.4-1　建築物のエネルギー効率のレベル 68
表2.2.8-1　各種省エネ手段、本事業の対象とするか否かの判断基準、判断の結果 72
表2.2.9-1　各種建築物、本事業の対象とするか否かの判断基準、判断の結果 73
表2.2.10-1　ヒートポンプの適用可否 73
表2.4.2-1　パイロットプロジェクトの概要 76
表2.5-1　地方都市の公共建築物の種類と規模の例（セルゲレン村の事例） 79
表2.5.2-1　モデルプロジェクトの概要 81
表2.5.7-1　基本計画のまとめ 85
表3.1.1-1　既存CDM方法論の整理（概要） 92
表3.1.1-2　既存の国内排出量取引制度の方法論の整理（概要） 93
表3.1.1-3　定量化手法及びモニタリング計画（国内排出量取引制度） 94
表3.1.1-4　定量化手法及びモニタリング計画（プログラムCDM） 95
表3.1.2-1 (1)　GHG排出量・削減量の定量化及びモニタリング計画案
＜オプション1：地中熱利用ヒートポンプを導入した場合＞ 97
表3.1.2-1 (2)　GHG排出量・削減量の定量化及びモニタリング計画案
＜オプション2：地中熱利用ヒートポンプと太陽光発電を
組み合わせて導入した場合＞ 98
表3.1.3-1　現段階で考えられるシナリオ 100
表3.1.3-2　モデルプロジェクトの経済分析（単位Tg） 101
表3.1.3-3　温室効果ガスの排出源 107
表3.1.3-4　モニタリング計画
＜オプション1：地中熱利用ヒートポンプを導入した場合＞ 109
＜オプション2：地中熱利用ヒートポンプと太陽光発電を
組み合わせて導入した場合＞ 109
表3.2.1-1　バリ行動計画におけるMRV記述 110
表3.2.1-2　京都議定書の附属書Ⅰ国と非附属書Ⅰ国の報告義務の差異比較 111
表3.2.1-3　コペンハーゲン合意に示されたMRVの方向性等 112
表3.2.1-4　カンクン合意におけるMRV関連の規定事項 113
表3.2.1-5　CDM及びJIにおけるMRVの状況 117
表3.2.1-6　J-VERにおけるMRVの国際標準との整合 119
表3.2.1-7　ISO14064-2に示される要件事項 122
表3.2.2-1　J-MRVガイドラインの構成 123
表3.2.2-2　個別方法論の記載項目 126
表3.2.2-3　J-MRVアドバイザリー・コミッティの活動内容 127
表3.2.3-1　既存のCDM・JIに係るMRVの考え方とその発展型の提案 133
表3.2.3-2　ISO14064-2におけるMRV要件と本件の対応状況 136

表3.3.1-1　CDMプロジェクトの適格性条件 138
表3.3.1-2　本プロジェクトで想定する適格性の判断基準 138
表3.3.2-1　本プロジェクトの適格性判断 139
表4.1.1-1　日本側スコープとモンゴル側スコープ 140
表4.1.1-2　建設コスト計算結果 140
表4.1.2-1　モデルプロジェクトのエネルギー消費量とランニングコスト計算結果 140
表4.1.3-1　モデルプロジェクトの排出量計算結果 141
表4.2.1-1　レファレンスシナリオのエネルギー消費量とランニングコスト計算結果 141
表4.2.2-1　レファレンスシナリオの排出量計算結果 142
表4.3.1-1　モデルプロジェクトのエネルギー消費量とランニングコスト計算結果 142
表4.3.2-1　モデルプロジェクトのエネルギー消費量とランニングコスト計算結果 142
表4.4-1　プロジェクトのエネルギー消費量とランニングコスト計算結果 142
表7.1.4-1　低所得国に対する円借款供与条件 150
表7.1.4-2　気候変動円借款供与条件 150
表7.1.4-3　融資条件の設定 153
表7.1.4-4　JICA円借款を活用した場合の金利コスト 154
表7.1.4-5　ADBの再生可能・省エネルギー／
気候変動対策プログラムのこれまでの案件実績 155
表7.1.4-6　ADBの融資条件 155
表7.1.4-7　ADBの資金支援メニュー 156
表7.1.4-8　ADBの支援ツール 156
表7.1.4-9　ADBの再生可能・省エネ／排出権関連案件のファンド 156
表7.1.4-10　融資条件の設定 158
表7.1.4-11　ADB円融資・補助金を活用した場合の金利コスト 159
表7.2.3-1　事業費試算結果（単位百万US$） 161
表7.2.3-2　クレジット価格によるモンゴル政府負担金額の変化 161
表9.4-1　排出原単位 169
表9.4-2　石炭消費量の計算 169
表9.4-3　二酸化炭素排出量計算 169
表9.4-4　コベネフィット効果計算 169

(写真)

写真1.5.2-1　廃墟となっている木造の建築物 65
写真1.5.2-2　建築中の鉄筋コンクリート建築物 65
写真1.5.2-3　ラジエーターの例 66
写真2.2.4-1　井戸施設（セルゲレン村の事例） 71
写真2.2.4-2　屋外に掘った穴の上に小屋を載せた簡易なトイレ（セルゲレン村の事例） 71
写真2.2.7-1　電気ヒーターの事例 72

写真2.3.1-1　暖房用石炭ボイラー（セルゲレン村の事例）.....75
写真2.4.2-1　パイロットプロジェクトが実施されているゾンモドアイマグにある幼稚園.....77
写真2.4.2-2　パイロットプロジェクトが実施されているゾンモドアイマグにある学校.....77
写真2.4.2-3　パイロットプロジェクトの状況
（ゾンモドアイマグにある学校で施工中の地中配管）.....77
写真2.4.2-4　パイロットプロジェクト実施前まで温水を供給していた
ボイラーが設置されている建屋.....78
写真2.5-1　地方都市の公共建築物の例（セルゲレン村の役所）.....79
写真2.5-2　地方都市の公共建築物の例（セルゲレン村の寄宿舎）.....79
写真2.5-3　地方都市の公共建築物の例（セルゲレン村の学校）.....80
写真2.5-4　地方都市の公共建築物の例（セルゲレン村の幼稚園）.....80
写真2.5-5　地方都市の公共建築物の例（セルゲレン村の病院）.....80
写真2.5.3-1　熱応答試験用井戸掘削状況.....82
写真2.5.3-2　熱応答試験状況.....82

略語一覧表

略　語	正式名称	日本語名
AAU	Assigned Amount Unit	初期割当量
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AIE	Accredited Independent Entity	京都議定書に基づく共同実施の認定独立機関
A-U	Altai-Uliastai Energy System	アルタイ・ウリアスタイ系統
AWG-LCA	Ad hoc Working Group on Long-term Cooperative Action under the Convention	気候変動枠組条約の下での長期的協力の行動のための特別作業部会
BAU	Business As Usual	ビジネス・アズ・ユージュアル
BCNS	Building Code,. Norms and related. Standards	モンゴルの建築基準
BEEP	Building Energy Efficiency Project	建築省エネルギープロジェクト
BL	Baseline	ベースライン
BM	Build Margin	ビルトマージン
BOCM	Bilateral Offset Credit Mechanism	二国間オフセット・クレジットメカニズム
CCS	Carbon Capture and Storage	二酸化炭素の回収、貯留
CDM	Clean Development Mechanism	京都議定書に基づくクリーン開発メカニズム
CDMEB	CDM Executive Board	CDM 理事会
CER	Certificate Emission Reduction	認証排出削減量
CES	Central Energy System	中央系統
CFL	Compact Fluorescent Light Bulbs	電球型蛍光灯
CNND	Construction Norms and Normative Documents	建築基準法
COP	Conference of the Parties	気候変動枠組条約締約国会議
COP	Coefficient of Performance	冷暖房器具のエネルギー消費効率成績係数（動作係数）
CPA	CDM Programme Activity	プログラム CDM 事業
CRF	Common Reporting Format	共通報告様式
DNA	Designated National Authority	指定国家組織
DOE	Designated Operational Entity	指定運営機関
EB	Executive Board	理事会
EES	Eastern Energy System	東系統
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
ERU	Emission Reduction Unit	京都議定書に基づく共同実施により生じた排出枠（排出権、排出量、 クレジット）
EUA	EU allowance	EU アローワンス
FIFTA	The Foreign Investment and Foreign Trade Agency of Mongolia	モンゴル国外国投資庁
FS	Feasibility Study	フィージビリティ・スタディ、実現可能性調査
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GEC	Global Environment Centre Foundation	地球環境センター
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
GIO	The Greenhouse Gas Inventory Office of Japan	温室効果ガスインベントリオフィス
GREEN	Global action for Reconciling Economic growth and Environmental preservation	地球環境保全業務
GS	Gold Standard	ゴールド・スタンダード（WWF 等が設立した排出削減量自主認証制度）
GWP	Global Warming Potential	温暖化指数
HP	Heat Pump	ヒートポンプ
ICA	International Consultations and Analysis	国際的な協議及び分析
ICL	Incandescent Lamp	白熱電球
IE	Independent Entity	独立機関
IGES	Institute for Global Environmental Strategies	財団法人地球環境戦略研究機関
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	気候変動に関する政府間パネル
IRR	Internal Rate of Return	内部収益率
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行

略　語	正式名称	日本語名
JI	Joint Implementation	京都議定書に基づく共同実施
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JIPDD	Joint Implementation Project Design Document	京都議定書に基づく共同実施におけるプロジェクト設計書
JPY	Japan Yen	日本円
LIBOR	London Interbank Offered Rate	ロンドン銀行間出し手金利
LLC	Limited Liability Company	有限責任会社
LOA	Letter of Approval	承認書
LOE	Letter of Endorsement	仮承認書
LPG	Liquefied Petroleum Gas	液化石油ガス
MRV	Measureable, Reportable and Verifiable	測定可能で、かつ報告可能、検証可能な（手法・制度）
NAMA	Nationally Appropriate Mitigation Actions of Developing Country Parties	途上国における国内の適切な緩和行動
NAPCC	National Action Programme on Climate Change	気候変動国家行動プログラム
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization	新エネルギー・産業技術総合開発機構
NGO	Non-Governmental Organizations	非政府組織
NIR	National Inventory Report	温室効果ガスインベントリ報告書
NMVOC	Non-Methane hydrocarbons	非メタン炭化水素
NREC	National Renewable Energy Center	再生可能エネルギーセンター
NSC	National Statistical Committee	モンゴル国家統計委員会
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development	経済協力開発機構
OM	Operating Margin	オペレーティングマージン
PA	Project Activity	プロジェクト・アクティビティ
PDD	Project Design Document	プロジェクト設計書
PIN	Project Idea Note	プロジェクト・アイデア・ノート
PM	Particulate Matter	粒子状物質
PoA	Project of Activity	プロジェクト活動
PP	Project Participant	プロジェクト参加者
PSC	Production Sharing Contract	生産分与協定
PV	Photovoltaics	太陽光発電
QA	Quality Assurance	品質保証
QAWG	Quality Assurance Working Group	品質保証ワーキンググループ
QC	Quality Control	品質管理
REDD	Reducing Emissions From Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries	森林減少・劣化による温室効果ガス排出量の削減
SBI	Subsidiary Body for Implementation	補助機関
STEP	Special Therms for Economic Partnership	本邦技術活用条件
Tg	Mongol Tugrik	モンゴルトゥグルグ
UB	Ulaanbaatar	ウランバートル
UNDP	United Nations Development Program	国連開発計画
UNEP	UN Environment Programme	国連環境計画
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	気候変動枠組条約
US$	United States Dollar	アメリカ合衆国ドル
VER	Verified Emission Reduction	自主的認証制度によって認証された排出削減量
VVM	Validation Verification Manual	有効化審査、検証マニュアル
WB	World Bank	世界銀行
WES	Western Energy System	西系統

使用為替レート

1US$＝80円＝1,280Tg